

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»**

Уникальный номер записи об аккредитации в реестре аккредитованных лиц  
RA.RU.314755

пр. Мира, д. 37, г. Саров, Нижегородская обл., 607188  
Телефон 83130 22224 Факс 83130 22232  
E-mail: nio30@olit.vniief.ru

**СОГЛАСОВАНО**

Руководитель ЦИ СИ,  
главный метролог РФЯЦ-ВНИИЭФ –  
начальник НИО



В.К. Дарымов

«05» 06 2025 г.

**Государственная система обеспечения единства измерений**

**УСИЛИТЕЛИ ЗАРЯДА И НАПРЯЖЕНИЯ EL-SCADA UZxxx**

**Методика поверки**

**МП А3009.0577-2025**

г. Саров  
2025 г.

## Содержание

1	Общие положения.....	3
2	Перечень операций поверки.....	4
3	Требования к условиям проведения поверки .....	4
4	Требования к специалистам, осуществляющим поверку.....	4
5	Метрологические и технические требования к средствам поверки.....	4
6	Требования по обеспечению безопасности проведения поверки.....	5
7	Внешний осмотр .....	6
8	Подготовка к поверке и опробование.....	6
9	Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия метрологическим требованиям .....	9
10	Оформление результатов поверки .....	16
	Приложение А (справочное) Конструктивные особенности усилителей.....	17
	Приложение Б (справочное) Перечень документов, на которые даны ссылки в тексте МП.....	18
	Приложение В (справочное) Перечень принятых сокращений .....	19

## 1 Общие положения

1.1 Настоящая МП распространяется на усилители заряда и напряжения EL-SCADA UZxxx.

Усилители заряда и напряжения EL-SCADA UZxxx (далее по тексту – усилитель) предназначены для измерений сигналов заряда и напряжения.

Принцип действия усилителя основан на преобразовании сигналов, поступающих от первичных преобразователей (вибропреобразователя, датчика силы, давления, переменного давления и т.д., далее по тексту – датчик) в низкоимпедансный сигнал напряжения. Усилитель может работать в режиме преобразования заряда (с датчиками с несимметричным выходом «Q» или с датчиками с симметричным (дифференциальным) выходом «Q сим»), в режиме преобразования напряжения «U», или работать с датчиками со встроенным усилителем IEPЕ.

Усилители имеют модификации UZ101, UZ102, UZ103, UZ104, UZ105, UZ106, UZ107, UZ108, UZ109, UZ201, UZ202, UZ203, UZ204, UZ301.

Конструктивные особенности усилителей приведены в приложении А.

1.2 Поверяемые средства измерений прослеживаются к государственному первичному эталону ГЭТ 89-2008, в соответствии с ГПС, утверждённой приказом Росстандарта от 18 августа 2023 г. № 1706.

МП устанавливает методику первичной и периодической поверок усилителей методом непосредственного сличения в соответствии с ГПС, утверждённой приказом Росстандарта от 18 августа 2023 г. № 1706.

Первичной поверке усилители подвергаются при выпуске из производства. Организация и проведение поверки в соответствии с действующими нормативными документами.

МП предусматривает проверку отдельных измерительных каналов, проведение поверки для меньшего числа измеряемых величин (режимов) или на меньшем числе поддиапазонов измерений в соответствии с заявлением владельца средства измерений, с обязательным указанием информации об объеме проведенной поверке.

Перечень документов, на которые даны ссылки в тексте МП, приведён в приложении Б.

Перечень принятых сокращений приведён в приложении В.



## 2 Перечень операций поверки

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

2.2 При получении отрицательного результата какой-либо операции поверки дальнейшая поверка не проводится, и результаты оформляются в соответствии с 10.4.

Таблица 1 – Перечень операций при поверке

Наименование операции	Номер пункта МП	Обязательность проведения при поверке	
		первичной	периодической
Внешний осмотр	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование	8	Да	Да
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия метрологическим требованиям	9	Да	Да
Определение номинального значения коэффициента преобразования и пределов допускаемой относительной погрешности преобразования на частоте 1 кГц	9.1	Да	Да
Определение рабочего диапазона частот и неравномерности амплитудно-частотной характеристики	9.2	Да	Да
Проверка ФВЧ и ФНЧ	9.3	Да	Нет

## 3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха от 18 до 25 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха не более 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.

## 4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

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

## 5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют СИ и оборудование, приведенные в таблице 2.

5.2 Допускается использовать другие СИ и оборудование, обеспечивающие требуемые диапазоны и требуемую точность передачи единиц величин поверяемому СИ.

5.3 Все применяемые СИ должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке и/или зарегистрированы в Федеральном фонде по обеспечению единства измерений.



Таблица 2 – Перечень СИ и оборудования, применяемых при поверке

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8.1.2	СИ температуры окружающего воздуха в диапазоне от 15 °С до 25 °С, абсолютная погрешностью измерений в пределах $\pm 1$ °С	Прибор комбинированный Testo 622 (рег. № 53505-13)
	СИ относительной влажности воздуха в диапазоне от 40 до 80 %, относительная погрешность измерений в пределах $\pm 3$ %	
	СИ атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106 кПа, абсолютная погрешность измерений в пределах $\pm 0,5$ кПа	
	СИ напряжения питающей сети в диапазоне от 207 до 253 В, относительная погрешность измерений в пределах $\pm 1$ %	Мультиметр цифровой 34410А (рег. № 47717-11)
	СИ частоты питающей сети в диапазоне от 49 до 50 Гц, абсолютная погрешность измерений в пределах $\pm 0,1$ Гц	
8.2, 9.1, 9.2, 9.3	Рабочий эталон 3-го разряда в соответствии с ГПС <sup>1)</sup> диапазон воспроизведения напряжения переменного тока $\pm 100$ В в диапазоне частот от 0,1 до 100000 Гц, относительная погрешность воспроизведения на частоте 1 кГц в пределах $\pm 0,1$ %	Калибратор универсальный Н4-17 (рег. № 46628-11)
9.1, 9.2, 9.3	Рабочий эталон 3-го разряда в соответствии с ГПС <sup>1)</sup> диапазон измерений напряжения переменного тока $\pm 10$ В в диапазоне частот от 3 до 100000 Гц, относительная погрешность измерений на частоте 1 кГц в пределах $\pm 0,1$ %	Мультиметр цифровой 34410А (рег. № 47717-11)
8.2, 9.2, 9.3	Рабочий диапазон частот от 0 до 100000 Гц, относительная погрешность измерений в пределах $\pm 3$ %	Осциллограф цифровой TDS2012B (рег. № 32618-06)
<sup>1)</sup> - приказ Росстандарта от 18 августа 2023 г. № 1706		

## 6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки необходимо руководствоваться «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок».

Меры безопасности при подготовке и проведении измерений должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.007.0.

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

Все используемое оборудование должно иметь защитное заземление.



## 7 Внешний осмотр

7.1 При внешнем осмотре необходимо установить:

- соответствие маркировки изделия требованиям ЭД;
- соответствие заводского номера паспортным данным;
- целостность корпуса;
- отсутствие повреждений соединительных жгутов и разъёмов.

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

## 8 Подготовка к поверке и опробование

### 8.1 Подготовка к поверке

8.1.1 Перед проведением поверки и опробованием подготавливают СИ и оборудование к работе в соответствии с ЭД на них. При колебаниях температур в складских и рабочих помещениях в пределах более 10 °С необходимо выдержать полученный со склада усилитель не менее двух часов в нормальных условиях.

8.1.2 Проверяют сведения о результатах поверки применяемых СИ, включённые в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений и/или наличие действующих свидетельств о поверке на СИ, а также соответствие условий поверки разделу 3.

### 8.2 Опробование

#### 8.2.1 Опробования усилителей в режиме измерений заряда

8.2.1.1 Для опробования усилителей в режиме измерений заряда (модификации UZ101, UZ102, UZ103, UZ104, UZ105, UZ106, UZ107, UZ108, UZ109) собирают схему измерений в соответствии с рисунком 1 (с адаптером (4') для UZ103, UZ108). В качестве регистратора (5) подсоединяют цифровой осциллограф. Включают и прогревают измерительные приборы в соответствии с ЭД на них.

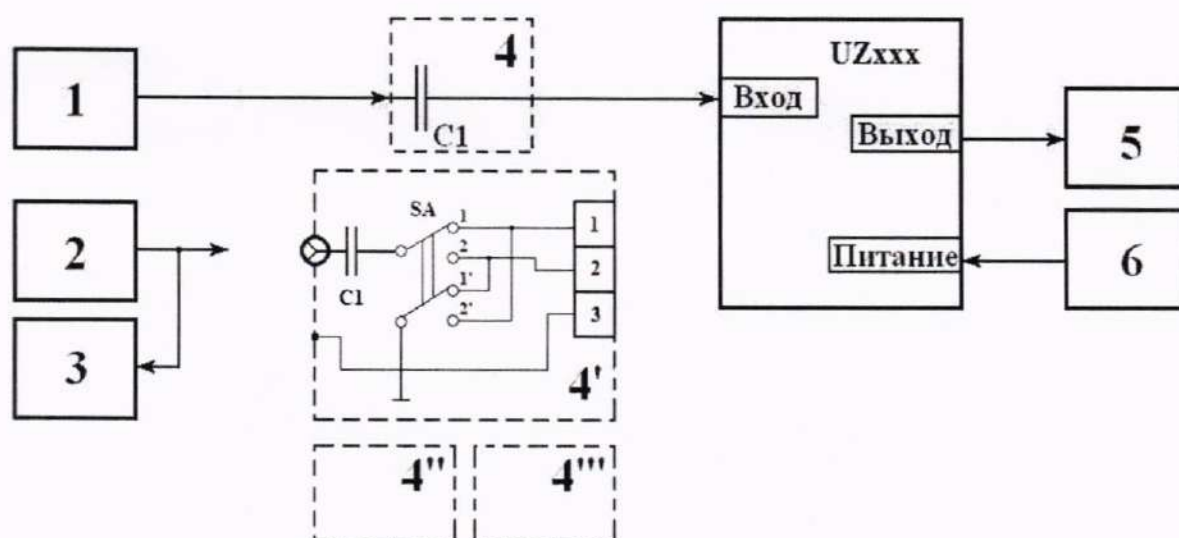
8.2.1.2 В соответствии с ЭД на усилителе устанавливают:

- режим преобразования заряда (для UZ104, UZ105, UZ106, UZ107);
- коэффициент усиления 1 мВ/ед (регулятор «Усиление», при наличии);
- коэффициент преобразования 1,00 пКл/ед (регулятор «Коэффициент преобразования», при наличии);
- фильтры: ФВЧ 0,3 Гц; ФНЧ 100 кГц (при наличии соответствующих регулировок).

8.2.1.3 На частоте 1 кГц подают с калибратора (1) через адаптер (4) (через адаптер (4') для UZ103, UZ108) на вход усилителя СКЗ напряжения 7,07 В (3,53 В для UZ101, UZ108) и с помощью цифрового осциллографа (5) измеряют СКЗ напряжения выходного сигнала.

8.2.1.4 Для усилителей имеющих индикатор перегрузки увеличивают входное напряжение до 8 В (СКЗ), при этом должен загореться индикатор перегрузки. Снижают входное напряжение до 6 В, индикатор перегрузки должен погаснуть.





- 1 – калибратор универсальный Н4-16;  
 2 – генератор сигналов низкочастотный прецизионный ГЗ-122;  
 3, 5 – регистратор (мультиметр 34410А, осциллограф цифровой TDS 2012);  
 4 – адаптер UZ1000 ( $C_1=1000$  пФ  $\pm 0,25\%$ ) для измерений в режиме преобразования заряда «Q»;  
 4' – адаптер UZ100D ( $C_1=1000$  пФ  $\pm 0,25\%$ ) для измерений в режиме преобразования заряда «Q сим», модификации UZ103, UZ108;  
 4'' – адаптер IS701 (имитатор преобразователя IEPЕ) для измерений в режиме «IEPE»;  
 4''' – адаптер UZ1003 – для измерений с модификацией UZ301;  
 6 – внешний блок питания постоянного тока для UZ101, UZ108, UZ109, UZ201, UZ202.

Примечание – Средства измерений (2) и (3) применяются при отсутствии калибратора (1).

Рисунок 1 – Схема измерений

8.2.1.5 Повторяют измерения по 8.2.1.2 – 8.2.1.4 для всех измерительных каналов.

8.2.1.6 Усилители считают прошедшими опробование в режиме измерений заряда с положительным результатом, если СКЗ выходного напряжения составляет от 6,8 до 7,3 В (от 3,4 до 3,7 В для UZ101, UZ108), при этом на экране цифрового осциллографа отсутствуют видимые на глаз искажения.

## 8.2.2 Опробования усилителей в режиме измерений напряжения

8.2.2.1 Для опробования усилителей в режиме измерений напряжения (модификации UZ104, UZ105, UZ106, UZ107, UZ204, UZ301) собирают схему измерений в соответствии с рисунком 1 без адаптера (4) (для UZ301 с адаптером (4''')). В качестве регистратора (5) подсоединяют цифровой осциллограф. Включают и прогревают измерительные приборы в соответствии с ЭД на них.

8.2.2.2 В соответствии с ЭД на усилителе устанавливают:

- режим преобразования напряжения (для UZ104, UZ105, UZ106, UZ107, UZ204);
- коэффициент усиления 1 мВ/ед (регулятор «Усиление», при наличии);
- коэффициент преобразования 1,00 мВ/ед (регулятор «Коэффициент преобразования», при наличии);
- фильтры: ФВЧ 0,3 Гц; ФНЧ 100 кГц (при наличии соответствующих регулировок. Для UZ301 ФНЧ 30 кГц).



Примечание – Для UZ204 режим преобразования напряжения устанавливается при отключении тока питания первичного преобразователя.

8.2.2.3 На частоте 1 кГц подают с калибратора (1) на вход усилителя СКЗ напряжения 7,07 В (через адаптер (4'')) для UZ301) и с помощью цифрового осциллографа (5) измеряют СКЗ напряжения выходного сигнала.

8.2.2.4 Для усилителей имеющих индикатор перегрузки увеличивают входное напряжение до 8 В (СКЗ), при этом должен загореться индикатор перегрузки. Снижают входное напряжение до 6 В, индикатор перегрузки должен погаснуть.

8.2.2.5 Повторяют измерения по 8.2.2.2 – 8.2.2.4 для всех измерительных каналов.

8.2.2.6 Усилители считают прошедшими опробование в режиме измерений напряжения с положительным результатом, если СКЗ выходного напряжения составляет от 6,8 до 7,3 В, при этом на экране цифрового осциллографа отсутствуют видимые на глаз искажения.

### 8.2.3 Опробования усилителей в режиме «IEPE»

8.2.3.1 Для опробования усилителей в режиме «IEPE» (модификации UZ106, UZ107, UZ201, UZ202, UZ203, UZ204) собирают схему измерений в соответствии с рисунком 1 с адаптером (4''). В качестве регистратора (5) подсоединяют цифровой осциллограф. Включают и прогревают измерительные приборы в соответствии с ЭД на них.

#### Примечания

1 Адаптер IS701 (имитатор первичного преобразователя IEPE) необходим для согласования электрических параметров выходного каскада используемого генератора с входным каскадом усилителя в режиме «IEPE». Критерием обязательного применения IS701 может служить наличие постоянной составляющей на выходе усилителя более 2 В при подключении калибратора (1) без адаптера. В большинстве случаев адаптер IS701 не требуется, исключения составляют модификации UZ201 и UZ202.

2 Для UZ204 режим «IEPE» устанавливается при включении тока питания первичного преобразователя.

8.2.3.2 В соответствии с ЭД на усилителе устанавливают:

- режим преобразования «IEPE» (для UZ106, UZ107, UZ204);
- коэффициент усиления 1 мВ/мВ (регулятор «Усиление», при наличии);
- коэффициент преобразования 1,00 мВ/ед (регулятор «Коэффициент преобразования», при наличии);
- фильтры: ФВЧ 0,3 Гц; ФНЧ 100 кГц (при наличии соответствующих регулировок).

8.2.3.3 На частоте 1 кГц подают с калибратора (1) через адаптер (4'') на вход усилителя СКЗ напряжения 7,07 В (3,53 В для UZ201, UZ202) и с помощью цифрового осциллографа (5) измеряют СКЗ напряжения выходного сигнала.

8.2.3.4 Для усилителей имеющих индикатор перегрузки увеличивают входное напряжение до 8 В (СКЗ), при этом должен загореться индикатор перегрузки. Снижают входное напряжение до 6 В, индикатор перегрузки должен погаснуть.



8.2.3.5 Отсоединяют калибратор (1) с адаптером (4'') от усилителя. С помощью мультиметра измеряют постоянное напряжение питания первичных преобразователей на входном разъеме. Переводят мультиметр в режим измерений постоянного тока и измеряют ток питания первичных преобразователей.

8.2.3.6 Повторяют измерения по 8.2.3.2 – 8.2.3.5 для всех измерительных каналов.

8.2.3.7 Усилители считают прошедшими опробование в режиме «IEPE» с положительным результатом, если:

- СКЗ выходного напряжения составляет от 6,8 до 7,3 В (от 3,4 до 3,7 В для UZ201, UZ202), при этом на экране цифрового осциллографа отсутствуют видимые на глаз искажения.

- напряжение питания первичных преобразователей составляет от 18 до 30 В, ток питания от 2 до 22 мА.

## 9 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия метрологическим требованиям

9.1 Определение номинального значения коэффициента преобразования и пределов допускаемой основной относительной погрешности преобразования на частоте 1 кГц

9.1.1 Определение номинального значения коэффициента преобразования и пределов допускаемой относительной погрешности преобразования в режиме измерений заряда (модификации UZ101, UZ102, UZ103, UZ104, UZ105, UZ106, UZ107, UZ108, UZ109)

9.1.1.1 Собирают схему измерений в соответствии с рисунком 1 (с адаптером (4')) для UZ103, UZ108). В качестве регистратора (5) подсоединяют мультиметр. Включают и прогревают измерительные приборы в соответствии с РЭ на них. Выполняют операции по установке режимов работы в соответствии с 8.2.1.2.

9.1.1.2 На частоте 1 кГц подают с калибратора (1) через адаптер (4) (через адаптер (4'), SA в положении 1, для UZ103, UZ108) на вход усилителя первое рекомендуемое СКЗ напряжения из таблицы 5 и с помощью мультиметра (5) измеряют СКЗ выходного напряжения.

Таблица 3 – Рекомендуемые значения СКЗ входного напряжения

Параметр	Модификации UZ101, UZ108						
$K_{ус}$ , мВ/ед	1	1	1	1	1	1	1
$K_{к.п.}$ , пКл/ед	-	-	-	-	-	-	-
$U_{вх.рек.}$ , мВ	10	20	50	100	500	1000	3535
$U_{вых.}$ , мВ							
$\delta_{пр}$ , %							

Продолжение таблицы 3

Параметр	Модификации UZ102, UZ103											
$K_{ус}$ , мВ/ед	1	1	1	1	1	1	3	10	30	100	300	1000*
$K_{к.п.}$ , пКл/ед	10,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$U_{вх.рек}$ , мВ	1000	10	100	500	2000	7071	100	100	100	10	10	5
$U_{вых}$ , мВ	-	-	-									
$\delta_{при}$ , %	-	-	-									
Параметр	Модификации UZ104, UZ105, UZ106, UZ107, UZ109											
$K_{ус}$ , мВ/ед	0,1	0,1	1	1	1	1	1	1	10	100	1000	
$K_{к.п.}$ , пКл/ед	10,00**	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
$U_{вх.рек}$ , мВ	10000	1000	10	100	500	2000	7071	100	100	10	10	5
$U_{вых}$ , мВ												
$\delta_{при}$ , %												
* - только для UZ102;												
** - для UZ106 устанавливается $K_{к.п.} = 9,99$ пКл/ед												

9.1.1.3 Основную относительную погрешность преобразования  $\delta_{при}$ , %, определяют по формуле

$$\delta_{при} = \frac{\frac{U_{вых}}{U_{вх}} - K_{при}}{K_{при}} \cdot 100, \quad (1)$$

где  $U_{вых}$  – выходное напряжение усилителя, мВ;

$U_{вх}$  – входное напряжение усилителя, мВ;

$K_{при}$  – значение  $i$ -го установленного коэффициента преобразования усилителя, мВ/пКл.

Коэффициент преобразования усилителя  $K_{пр}$ , мВ/пКл, определяют по формуле

$$K_{пр} = \frac{K_{ус}}{K_{к.п.}}, \quad (2)$$

где  $K_{ус}$  – положение регулятора «Усиление», мВ/ед;

$K_{к.п.}$  – положение регулятора «Коэффициент преобразования», пКл/ед.

9.1.1.4 Повторяют измерения по 9.1.1.2, 9.1.1.3 для всех сочетаний коэффициентов преобразования и входных напряжений из таблицы 3.

9.1.1.5 Для модификаций UZ103, UZ108 повторяют измерения по 9.1.1.2-9.1.1.4 для входа «—» (на адаптере (4'), SA в положении 2). Основную относительную погрешность преобразования  $\delta_{при}$ , %, определяют по формуле

$$\delta_{при} = \frac{\frac{K^1 + K^2}{2} - K_{при}}{K_{при}} \cdot 100, \quad (3)$$

где  $K^1 = U_{вых1}/U_{вх1}$  – коэффициент преобразования усилителя при положении переключателя SA адаптера (4') в положении 1, мВ/пКл;



$K^2 = U_{\text{вых}2} / U_{\text{вх}2}$  – коэффициент преобразования усилителя при положении переключателя SA адаптера (4') в положении 2, мВ/пКл;

$K_{\text{при}i}$  – значение  $i$ -го установленного коэффициента преобразования усилителя, мВ/пКл.

9.1.1.6 Повторяют измерения по 9.1.1.2 – 9.1.1.5 для всех измерительных каналов.

9.1.1.7 Для модификаций имеющих регулятор «Коэффициент преобразования» (UZ102, UZ103, UZ104, UZ105, UZ106, UZ107, UZ109) на усилителе устанавливают:

- коэффициент усиления 1 мВ/ед (регулятор «Усиление»);
- коэффициент преобразования 1,00 мВ/ед (регулятор «Коэффициент преобразования»);
- фильтры: ФВЧ 0,3 Гц; ФНЧ 100 кГц.

9.1.1.8 На частоте 1 кГц подают с калибратора (1) через адаптер (4) (через адаптер (4'), для UZ103, положение SA – любое) на вход усилителя СКЗ напряжения 1,000 В и с помощью мультиметра (5) измеряют СКЗ выходного напряжения,  $U_{\text{вых}}$ , В.

9.1.1.9 Основную относительную погрешность установки коэффициента преобразования  $\delta_{\text{при}i}$  %, определяют по формуле

$$\delta_{\text{при}i} = \frac{\frac{U_{\text{вых}}}{U_{\text{вх}}} - \frac{K_{\text{ус}}}{K_{\text{к.п.}i}}}{\frac{K_{\text{ус}}}{K_{\text{к.п.}i}}} \cdot 100 = \left( \frac{U_{\text{вых}}}{U_{\text{вх}}} \cdot K_{\text{к.п.}i} - 1 \right) \cdot 100, \quad (4)$$

где  $U_{\text{вх}}$  – входное напряжение усилителя,  $U_{\text{вх}} = 1,000$  В;

$K_{\text{ус}}$  – значение установленного коэффициента усиления,  $K_{\text{ус}} = 1$  мВ/ед;

$K_{\text{к.п.}i}$  – значение  $i$ -го установленного коэффициента преобразования, мВ/ед.

9.1.1.10 Повторяют измерения по 9.1.1.8, 9.1.1.9 для коэффициентов преобразования (регулятор «Коэффициент преобразования») 2,00; 3,00; 4,00; 5,00; 6,00; 7,00; 8,00; 9,00; 1,10; 1,20; 1,30; 1,40; 1,50; 1,60; 1,70; 1,80; 1,90; 1,01; 1,02; 1,03; 1,04; 1,05; 1,06; 1,07; 1,08; 1,09; 9,99.

Примечание – Для усилителей имеющих несколько измерительных режимов, проверки по 9.1.1.8 – 9.1.1.10 проводят в одном измерительном режиме.

9.1.1.11 Повторяют измерения по 9.1.1.8 – 9.1.1.10 для всех измерительных каналов.

9.1.1.12 Усилитель считают прошедшим поверку с положительным результатом, если основная относительная погрешность преобразования на частоте 1 кГц в режиме измерений заряда находится в пределах  $\pm 1,0$  %.

9.1.2 Определение номинального значения коэффициента преобразования и пределов допускаемой относительной погрешности преобразования в режиме измерений напряжения (модификации UZ104, UZ105, UZ106, UZ107, UZ204, UZ301)

9.1.2.1 Собирают схему измерений в соответствии с рисунком 1 без адаптера (4) (для UZ301 с адаптером (4''')). В качестве регистратора (5) подсоединяют мультиметр. Включают и прогревают измерительные приборы в соответствии с ЭД на них. Выполняют операции по установке режимов работы в соответствии с 8.2.2.2.

9.1.2.2 На частоте 1 кГц подают с калибратора (1) на вход усилителя (через адаптер (4''') для UZ301) первое рекомендуемое СКЗ напряжения из таблицы 4 и с помощью мультиметра (5) измеряют СКЗ выходного напряжения.

Таблица 4 – Рекомендуемые значения СКЗ входного напряжения

Параметр	Модификации UZ104, UZ105, UZ106, UZ107								
$K_{ус}$ , мВ/ед	0,1	1	1	1	1	1	10	100	1000
$K_{к.н.}$ , мВ/ед	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$U_{вх.рек}$ , мВ	1000	10	100	500	2000	7000	100	10	5
$U_{вых}$ , мВ									
$\delta_{пр}$ , %									
Параметр	Модификация UZ204								
$K_{ус}$ , мВ/ед	1	1	1	1	1	1	10	100	
$K_{к.н.}$ , мВ/ед	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$U_{вх.рек}$ , мВ	5	10	100	500	2000	7000	100	10	
$U_{вых}$ , мВ									
$\delta_{пр}$ , %									
Параметр	Модификация UZ301								
$K_{ус}$ , мВ/ед	1	1	1	1	1	2	4	8	10
$K_{к.н.}$ , мВ/ед	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$U_{вх.рек}$ , мВ	50	100	500	2000	7000	1000	1000	50	50
$U_{вых}$ , мВ									
$\delta_{пр}$ , %									

9.1.2.3 Основную относительную погрешность преобразования  $\delta_{пр}$ , %, определяют по формуле (1).

9.1.2.4 Повторяют измерения по 9.1.2.2, 9.1.2.3 для всех сочетаний коэффициентов преобразования и входных напряжений из таблицы 4.

9.1.2.5 Повторяют измерения по 9.1.2.2 – 9.1.2.4 для всех измерительных каналов.

9.1.2.6 Усилитель считают прошедшим поверку с положительным результатом, если основная относительная погрешность преобразования на частоте 1 кГц в режиме измерений напряжения находится в пределах  $\pm 1,0$  %.



9.1.3 Определение номинального значения коэффициента преобразования и пределов допускаемой относительной погрешности преобразования в режиме «IEPE» (модификации UZ106, UZ107, UZ201, UZ202, UZ203, UZ204)

9.1.3.1 Собирают схему измерений в соответствии с рисунком 1 (с учетом примечания 1 к пункту 8.2.3.1). В качестве регистратора (5) подсоединяют мультиметр. Включают и прогревают измерительные приборы в соответствии с ЭД на них. Выполняют операции по установке режимов работы в соответствии с 8.2.3.2.

9.1.3.2 На частоте 1 кГц подают с калибратора (1) на вход усилителя (через адаптер (4''') для UZ301) первое рекомендуемое СКЗ напряжения из таблицы 5 и с помощью мультиметра (5) измеряют СКЗ выходного напряжения.

Таблица 5 – Рекомендуемые значения СКЗ входного напряжения

Параметр	Модификации UZ104, UZ105, UZ106, UZ107								
$K_{yc}$ , мВ/ед	0,1	1	1	1	1	1	10	100	1000
$K_{к.п.}$ , мВ/ед	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
$U_{вх.рек}$ , мВ	1000	10	100	500	2000	7000	100	10	5
$U_{вых}$ , мВ									
$\delta_{при}$ , %									
Параметр	Модификации UZ201, UZ202								
$K_{yc}$ , мВ/ед	1	1	1	1	1	1	1	1	10*
$K_{к.п.}$ , мВ/ед	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$U_{вх.рек}$ , мВ	5	10	50	100	500	1000	3535	100	
$U_{вых}$ , мВ									
$\delta_{при}$ , %									
* - только для UZ201									
Параметр	Модификация UZ203, UZ204								
$K_{yc}$ , мВ/ед	1	1	1	1	1	1	10	100**	
$K_{к.п.}$ , мВ/ед	-	-	-	-	-	-	-	-	
$U_{вх.рек}$ , мВ	10	100	500	2000	7071	100	10		
$U_{вых}$ , мВ									
$\delta_{при}$ , %									
** - только для UZ204									

9.1.3.3 Основную относительную погрешность преобразования  $\delta_{при}$  %, определяют по формуле

$$\delta_{при} = \frac{\frac{U_{вых} \cdot K_{IS701}}{U_{вх}} - K_{при}}{K_{при}} \cdot 100, \quad (5)$$

где  $U_{вых}$  – выходное напряжение усилителя, мВ;

$U_{вх}$  – входное напряжение усилителя, мВ;

$K_{IS701}$  – коэффициента преобразования адаптера IS701, взятый из паспорта (при отсутствии адаптера, принимается  $K_{IS701} = 1$ ), мВ/мВ;

$K_{при}$  – значение  $i$ -го установленного коэффициента преобразования усилителя, мВ/мВ.

9.1.3.4 Повторяют измерения по 9.1.3.2, 9.1.3.3 для всех сочетаний коэффициентов преобразования и входных напряжений из таблицы 5.

9.1.3.5 Повторяют измерения по 9.1.3.2 – 9.1.3.4 для всех измерительных каналов.

9.1.3.6 Усилитель считают выдержавшим испытания, если основная относительная погрешность преобразования на частоте 1 кГц в режиме «IEPE» находится в пределах:

- $\pm 1,0\%$  для модификаций UZ106, UZ107, UZ203, UZ204;
- $\pm 2,0\%$  для модификаций UZ201, UZ202.

## 9.2 Определение рабочего диапазона частот и неравномерности АЧХ

9.2.1 Для определения АЧХ выполняют операции:

- в режиме измерений заряда по 9.1.1.1;
- в режиме измерений напряжения по 9.1.2.1 (для UZ301 без адаптера (4''')););
- в режиме «IEPE» по 9.1.3.1.

### Примечания

1 Для усилителей имеющих несколько измерительных режимов, неравномерность АЧХ определяют в одном измерительном режиме.

2 Адаптер UZ1003 (4''') устраняет постоянную составляющую напряжения на входе UZ301, при этом искажает АЧХ на низких частотах. Поэтому применение UZ1003 обязательно при измерениях по 9.1.2 и нежелательно при измерениях по 9.2.

3 На частотах ниже 3 Гц измерения выходного напряжения проводят с помощью цифрового осциллографа.

4 Измерения на частоте 0,1 Гц проводятся только для UZ301.

5 Измерения на частотах ниже 1 Гц для UZ101, UZ108 не проводятся.

6 Для UZ108 измерения проводятся до 40 кГц.

9.2.2 На частоте 1 кГц подают с калибратора (1) на вход усилителя СКЗ напряжения 1,000 В и с помощью мультиметра (5) измеряют СКЗ выходного напряжения.

9.2.3 Повторяют измерения по 9.2.2 для всех рекомендуемых частот из таблицы 6.

Таблица 6 – Рекомендуемые значения частот

F, Гц	0,1	0,3	0,5	1	3	5	10	20	40	80
$U_{вх}$ , мВ										
$U_{вых.i}$ , мВ										
$\delta_{АЧХi}$ , %										
F, кГц	0,16	0,63	1	3	5	10	20	30	50	100
$U_{вх}$ , мВ										
$U_{вых.i}$ , мВ										
$\delta_{АЧХi}$ , %										

9.2.4 Рассчитывают неравномерность АЧХ  $\delta_{АЧХi}$ , %, по формуле

$$\delta_{АЧХi} = \left( \frac{U_{вых.i}}{U_{вх.i}} \cdot \frac{U_{вх.1000 Гц}}{U_{вых.1000 Гц}} - 1 \right) \cdot 100, \quad (6)$$



где  $U_{\text{вых},i}$  – выходное напряжение усилителя на  $i$ -ой частоте из таблицы 6;  
 $U_{\text{вых},1000 \text{ Гц}}$  – выходное напряжение усилителя на частоте 1 кГц.

9.2.5 Повторяют измерения по 9.2.1 – 9.2.4 для всех измерительных каналов.

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

- $\pm 40\%$  в рабочем диапазоне частот;
- $\pm 3\%$  в диапазоне частот от 3 до 30000 Гц для всех моделей кроме UZ101, UZ108, UZ301;
- $\pm 3\%$  в диапазоне частот от 5 до 20000 Гц для UZ101, UZ108;
- $\pm 3\%$  в диапазоне частот от 0,1 до 10000 Гц для UZ301.

### 9.3 Проверка ФВЧ и ФНЧ

9.3.1 Выполняют операции по 9.2.1, 9.2.2.

9.3.2 На усилителе устанавливают частоту среза ФВЧ 100 Гц (модели UZ104, UZ105, UZ106, UZ107, UZ109). На частоте 100 Гц (частота установленного ФВЧ) подают с калибратора (1) через адаптер (4) на вход усилителя СКЗ напряжения 1000 мВ. С помощью мультиметра (5) измеряют СКЗ выходного напряжения.

9.3.3 Затухание на частоте среза  $\delta_{Fi}$ , %, определяют по формуле

$$\delta_{Fi} = \frac{U_{\text{вых},Y} - U_{\text{вых},K}}{U_{\text{вых},K}} \cdot 100, \quad (7)$$

где  $U_{\text{вых},Y}$  – выходное напряжение усилителя на частоте среза, мВ;  
 $U_{\text{вых},K}$  – выходное напряжение калибратора, 1000 мВ.

9.3.4 Повторяют операции по 9.3.2, 9.3.3 для всех частот среза ФВЧ. На частотах ниже 3 Гц измерения выходного напряжения проводят с помощью цифрового осциллографа.

9.3.5 На усилителе устанавливают частоту среза ФВЧ 0,3 Гц, а частоту среза ФНЧ 30 кГц (модели UZ102, UZ103, UZ104, UZ105, UZ106, UZ107, UZ109, UZ204, UZ301). На частоте 30 кГц (частота установленного ФНЧ) подают с калибратора (1) через адаптер (4) (через адаптер (4') для UZ103) на вход усилителя СКЗ напряжения 1000 мВ. С помощью мультиметра (5) измеряют СКЗ выходного напряжения усилителя.

9.3.6 Определяют затухание на частотах среза  $\delta_{Fi}$ , %, по формуле (7).

9.3.7 Повторяют операции по 9.3.5, 9.3.6 для всех частот среза ФНЧ и всех измерительных каналов.

9.3.8 Усилитель считают выдержавшим испытания, если затухание на частотах среза составляет от минус 5 % до минус 45 %.

## 10 Оформление результатов поверки

10.1 Оформление результатов поверки проводят в соответствии с требованиями системы менеджмента качества организации, проводившей поверку.

Протокол поверки оформляют в произвольной форме.

10.2 Сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

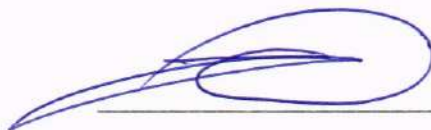
10.3 При положительных результатах поверки при необходимости оформляют свидетельство о поверке.

При необходимости проводят пломбирование усилителя.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке и (или) паспорт.

10.4 СИ, не прошедшее поверку, к применению не допускают. На него выдают извещение о непригодности по форме, в соответствии с требованиями системы менеджмента качества организации, проводившей поверку.

Начальник отдела ЦИ СИ  
ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»



А.А. Громов

Ведущий инженер-исследователь  
ЦИ СИ ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»



Д.В. Зверев



## Приложение А (справочное) Конструктивные особенности усилителей

Конструктивные особенности модификаций приведены в таблице А.1.

Конструктивно усилители представляют собой электронные модули (усилитель заряда, усилитель напряжения, фильтры нижних частот (ФНЧ), фильтры верхних частот (ФВЧ), дисплей и индикаторы), помещенные в корпус.

Коэффициент преобразования усилителя  $K_{пр}$ , значения ФВЧ и ФНЧ могут быть изменены с помощью регулировок на лицевой панели или устанавливаются при изготовлении для моделей UZ101, UZ108.

Для работы с датчиками с разными коэффициентами преобразования в моделях UZ102, UZ103, UZ104, UZ105, UZ106, UZ107, UZ109 предусмотрена возможность изменения (нормирования) коэффициента усиления для получения нормализованного значения выходного напряжения.

Количество измерительных каналов для моделей UZ102 и UZ103 определяется при заказе. Модели отличаются друг от друга типом применяемого датчика, UZ103 предназначена для работы с датчиками с симметричным выходом.

Модели UZ104 и UZ105 отличаются друг от друга типом корпуса. Конструктивно UZ105 представляет собой модульный блок для установки в крейт.

Питание усилителей осуществляется от сети переменного тока 220В или источника постоянного тока. Модель UZ201 имеет встроенный аккумулятор.

Таблица А.1 – Конструктивные особенности усилителей

Модификация	Кол-во каналов	Входной сигнал	Выходной сигнал	Наличие органов регулирования	Наличие дисплея	Питание
UZ101	1	Q	$\pm 5$ В	отсутствуют	нет	$\pm 18$ В
UZ102	от 1 до 8	Q	$\pm 10$ В	$K_{пр}$ , ФНЧ	нет	$\sim 220$ В/ $\pm 18$ В
UZ103	от 1 до 8	Q сим	$\pm 10$ В	$K_{пр}$ , ФНЧ	нет	$\sim 220$ В/ $\pm 18$ В
UZ104	1	Q, U	$\pm 10$ В	$K_{пр}$ , ФВЧ, ФНЧ	нет	$\sim 110/\sim 220$ В/ $\pm 18$ В
UZ105	1	Q, U	$\pm 10$ В	$K_{пр}$ , ФВЧ, ФНЧ	нет	$\sim 220$ В/ $\pm 18$ В
UZ106	1	Q, U, IEPЕ	$\pm 10$ В	$K_{пр}$ , ФВЧ, ФНЧ	LCD	$\sim 220$ В
UZ107	1	Q, U, IEPЕ	$\pm 10$ В	$K_{пр}$ , ФВЧ, ФНЧ	нет	$\sim 220$ В
UZ108	1	Q сим	$\pm 5$ В	отсутствуют	нет	+24В
UZ109	от 1 до 4	Q	$\pm 10$ В	$K_{пр}$ , ФВЧ, ФНЧ	LCD	+24В
UZ201	1	IEPЕ	$\pm 5$ В	$K_{пр}$	нет	+9В
UZ202	1	IEPЕ	$\pm 5$ В	отсутствуют	нет	+24В
UZ203	16	IEPЕ	$\pm 10$ В	$K_{пр}$	нет	$\sim 110/220$ В
UZ204	4	U, IEPЕ	$\pm 10$ В	$K_{пр}$ , ФНЧ	LED	$\sim 220$ В
UZ301	3	U	$\pm 10$ В	$K_{пр}$ , ФНЧ	LED	$\sim 220$ В

## Приложение Б

(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
Приказ Росстандарта от 18 августа 2023 г. № 1706	Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $2 \cdot 10^9$ Гц
	Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (утверждены приказом Минэнерго РФ от 13.01.2003 г. № 6)
	Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (утверждены приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 15 декабря 2020 г. № 903н)



**Приложение В**  
**(справочное)**  
**Перечень принятых сокращений**

АЧХ – амплитудно-частотная характеристика

ГПС – государственная поверочная схема

МП – методика поверки;

СКЗ – среднее квадратическое значение;

СИ – средство(а) измерений;

ФВЧ – фильтр высоких частот;

ФНЧ – фильтр низких частот;

ЭД – эксплуатационная документация.