

СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель генерального
директора-заместитель по научной
работе ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.Н. Щипунов

01

2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**Узлы аналоговые системы распределенной вычислительной РВС
«Регата»**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 651-24-007

р.п. Менделеево
2024 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на узлы аналоговые системы распределенной вычислительной РВС «Регата» (далее – узлы), изготавливаемые ООО НТИП «РЕГАТА», г. Жуковский, и устанавливает методы и средства их первичной и периодических поверок.

1.2 Необходимо обеспечение прослеживаемости поверяемых аналоговых узлов к государственным первичным эталонам единиц величин посредством использования аттестованных (проверенных) в установленном порядке средств поверки.

По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость к государственным первичным эталонам: единицы электрического напряжения ГЭТ 13-2023, единицы переменного электрического напряжения ГЭТ 89-2008, единицы электрического сопротивления ГЭТ 14-2014.

1.3 При проведении поверки необходимо руководствоваться настоящей методикой и эксплуатационной документацией на узлы и на используемое при поверке оборудование.

В методике поверки реализованы методы прямых измерений.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование характеристики	Значение
Узел УСД 32	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока в диапазоне от -9,8 до +9,8 В, В	±0,05
Узел УСДД	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения переменного тока в диапазоне от 0,1 до 7,0 В, в диапазоне частот от 200 до 600 Гц, В	±0,05
Узел УСД ICP	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока в диапазоне от -9,8 до +9,8 В нечетными каналами от 1 до 31, В	±0,05
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений амплитудных значений напряжения переменного тока в диапазоне от 0,1 до 2,5 В в диапазоне частот от 10 Гц до 4 кГц четными каналами от 2 до 32, В	±0,025
Узел УСД 16ПТ	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений отношения изменяемого сопротивления постоянного тока потенциометра к сопротивлению потенциометра $R_{изм}/R_{пп}^*$ в диапазоне от 0,05 до 1,0	±0,01
Узел УСД ТН	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений отношения отклонения электрического сопротивления постоянному току моста от номинального к номинальному сопротивлению моста ($R_m - R_{ном}^*/R_{ном}^{**}$) при номинальном сопротивлении моста 200 Ом в диапазонах:	
- от -0,005 до +0,005 включ.	±0,0001
- от -0,01 до +0,01 включ.	±0,0002
- от -0,02 до +0,02 включ.	±0,0004
- от -0,04 до +0,04 включ.	±0,0008

Продолжение таблицы 1

Наименование характеристики	Значение
Узел УСД ТР	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления постоянному току в диапазоне от 10 до 200 Ом, Ом	±2
Узел УСД ТП	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока, мВ в диапазонах: - от -28 до +28 мВ включ. - от -55 до +55 мВ включ. - от -115 до +115 мВ включ.	±0,6 ±1,2 ±2,4
Узел УСД И	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока в диапазоне от -100 до +100 мВ, мВ	±1
* $R_{изм}$ – изменяемое сопротивление постоянному току потенциометра, Ом; $R_{пт}$ – сопротивление постоянному току потенциометра, Ом.	
** R_m – электрическое сопротивление постоянному току моста, Ом; $R_{ном}$ – номинальное электрическое сопротивление постоянному току моста, Ом	

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При поверке выполняют операции, представленные в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первой поверке	периодической поверке	
1 Внешний осмотр средства измерения	да	да	7
2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	8
3 Проверка программного обеспечения средства измерений	да	да	9
4 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	10
5 Определение метрологических характеристик узлов УСД 32	да	да	10.1
6 Определение метрологических характеристик узлов УСДД	да	да	10.2
7 Определение метрологических характеристик узлов УСД ИСР	да	да	10.3
8 Определение метрологических характеристик узлов УСД 16ПТ	да	да	10.4
9 Определение метрологических характеристик узлов УСД ТН	да	да	10.5

Продолжение таблицы 2.1

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
10 Определение метрологических характеристик узлов УСД ТР	да	да	10.6
11 Определение метрологических характеристик узлов УСД ТП	да	да	10.7
12 Определение метрологических характеристик узлов УСД И	да	да	10.8

2.2 При получении отрицательных результатов по любому пункту таблицы 2.1 проверяемый узел бракуется и направляется в ремонт.

2.3 Допускается проведение периодической поверки меньшего числа величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений на основании письменного заявления владельца средства измерений или лица, представившего средство измерений на поверку.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от плюс 18°C до плюс 28 °C;
 - относительная влажность окружающего воздуха, не более 80 %;
 - атмосферное давление от 97 до 105 кПа (от 650 до 786 мм рт.ст.).
 - параметры питания от сети переменного тока
 - напряжение питания от 198 до 242 В;
 - частота от 49 до 51 Гц.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки узлов допускается инженерно-технический персонал со средним и техническим или высшим образованием, ознакомленный с руководством по эксплуатации (РЭ) и документацией по поверке, допущенный к работе с электроустановками и имеющий право на проведение поверки (аттестованный в качестве поверителей).

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки используют средства измерений и вспомогательное оборудование, представленное в таблице 5.1.

Таблица 5.1

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10.1, 10.3	Средства воспроизведения напряжения постоянного тока в диапазоне от -10 до +10 В, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения не более $\pm 0,05$ В.	Калибратор универсальный 9100, рег. № 25985-03 Рабочий эталон 3 разряда в соответствии с Государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы» Приказ Росстандарта от 28 июля 2023 г. № 1520
10.2	Средства воспроизведения напряжения переменного тока в диапазоне от 0,1 до 7,0 В, частотой от 200 до 600 Гц, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения не более $\pm 0,025$ В.	Рабочий эталон 3 разряда в соответствии с 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, приказ Росстандарта от 18 августа 2023 г. № 1706
10.3	Средства воспроизведения напряжения переменного тока в диапазоне от 0,1 до 3 В, в диапазоне частот от 10 Гц до 4 кГц, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения не более $\pm 0,01$ В.	Рабочий эталон 3 разряда в соответствии с 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, приказ Росстандарта от 18 августа 2023 г. № 1706
10.4	Средства воспроизведения электрического сопротивления постоянному току в диапазоне от 10 Ом до 5 кОм, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения не более $\pm 5,0$ Ом	Магазин сопротивлений 4830/1 рег. № 4614-74
10.5	Средства воспроизведения электрического сопротивления постоянному току в диапазоне от 100 до 500 Ом, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения не более $\pm 0,01$ Ом	Рабочий эталон 4 разряда в соответствии с Государственной поверочной схемы для средств измерений для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока, приказ Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456
10.6	Средства воспроизведения электрического сопротивления постоянному току в диапазоне от 10 до 200 Ом, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения не более $\pm 1,0$ Ом	
10.7, 10.8	Средства воспроизведения напряжения постоянного тока в диапазоне от -120 до +120 мВ пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения не более $\pm 0,3$ мВ	

* рег. № ____ - регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

5.2 Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице 5.1.

6 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, предусмотренные ГОСТ Р 12.1.019-2017, «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также изложенные в РЭ нагрузок, в технической документации на применяемые при поверке рабочие эталоны и вспомогательное оборудование.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре проверить отсутствие внешних механических повреждений и неисправностей, влияющих на работоспособность аналоговых узлов, целостность пломб.

7.2 Результаты поверки считать положительными, если средство измерений опломбировано и отсутствуют внешние механические повреждения и неисправности, влияющие на его работоспособность.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- выдержать узлы в условиях, указанных в п. 3 в течение не менее 1 часа;
- выполнить операции, оговоренные в технической документации на применяемые средства поверки по их подготовке к измерениям;
- осуществить предварительный прогрев средств поверки для установления их рабочего режима.

8.2 При опробовании установить работоспособность узлов в соответствии с РЭ.

8.3 Результаты поверки считать положительными, если при включении модуля на дисплее ПЭВМ отображаются панели узлов и не появляется сообщение об ошибках.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Включить ПЭВМ.

9.2 Запустить программу Chart.exe

9.2 Проверить номер версии программы.

9.3 Результаты поверки по п.9 считать положительным, если номер версии программы не ниже 8.33.20.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определение метрологических характеристик узлов УСД 32

10.1.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока

10.1.1.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 1.

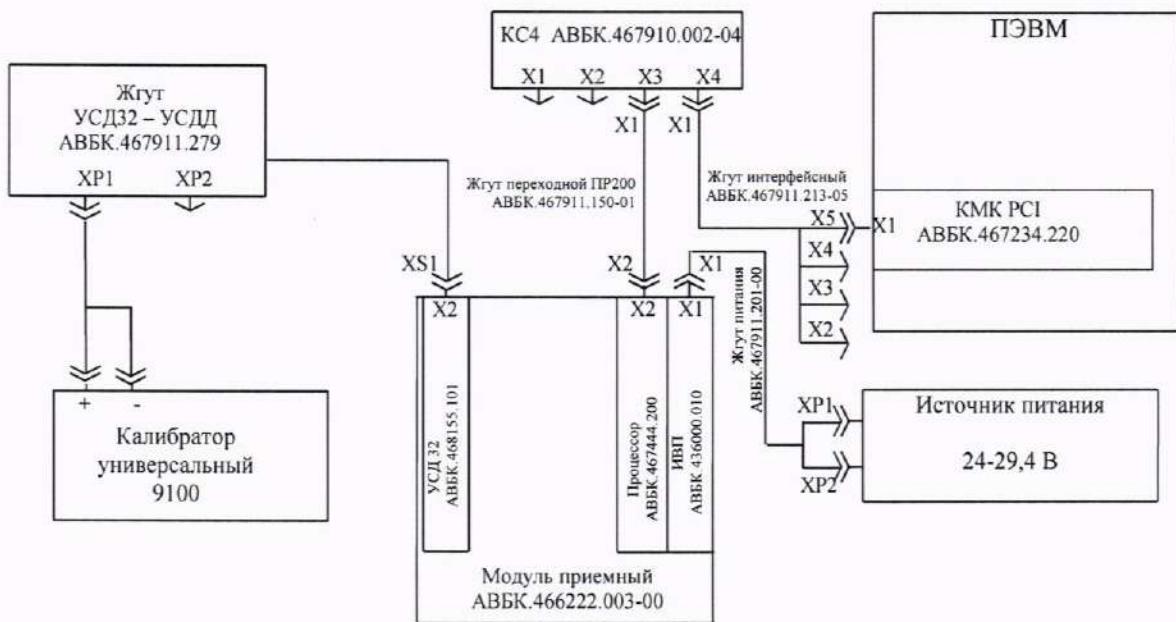


Рисунок 1

10.1.1.2 Подключить калибратор к поверяемому каналу жгутом УСД32-УСДД АВБК.467911.279 в соответствии с приложением А.

10.1.1.3 Установить на калибраторе режим работы воспроизведение напряжения постоянного тока.

10.1.1.4 Последовательно задавая на калибраторе напряжение постоянного тока в соответствии с таблицей 10.1, провести измерения напряжения постоянного тока при помощи узла УСД 32. Результаты измерений записать в протокол.

Таблица 10.1

Воспроизводимое калибратором напряжение постоянного тока, В	Значение напряжения постоянного тока измеренное узлом, В	Абсолютная погрешность измерения напряжения, В	
		измеренное значение	допускаемое значение,
1	2	3	4
+0,5			
-0,5			
+1,0			
-1,0			
+3,0			
-3,0			
+5,0			
-5,0			
+9,8			
-9,8			

$\pm 0,05$

10.1.1.5 Рассчитать значения абсолютных погрешностей измерений напряжения постоянного тока по формуле (1):

$$\Delta = U_{\text{изм}} - U_{\text{калибратора}}, \quad (1)$$

где $U_{\text{изм}}$ – значение напряжения постоянного тока измеренное при помощи узла УСД 32, В;

$U_{\text{калибратора}}$ – значение напряжения постоянного тока, установленное на калибраторе, В.

10.1.1.6 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютных погрешностей измерений напряжения постоянного тока находятся в пределах, приведенных в графе 4 таблицы 10.1.

10.2 Определение метрологических характеристик узлов УСДД

10.2.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений напряжения переменного тока в диапазоне частот от 200 до 600 Гц

10.2.1.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 2.

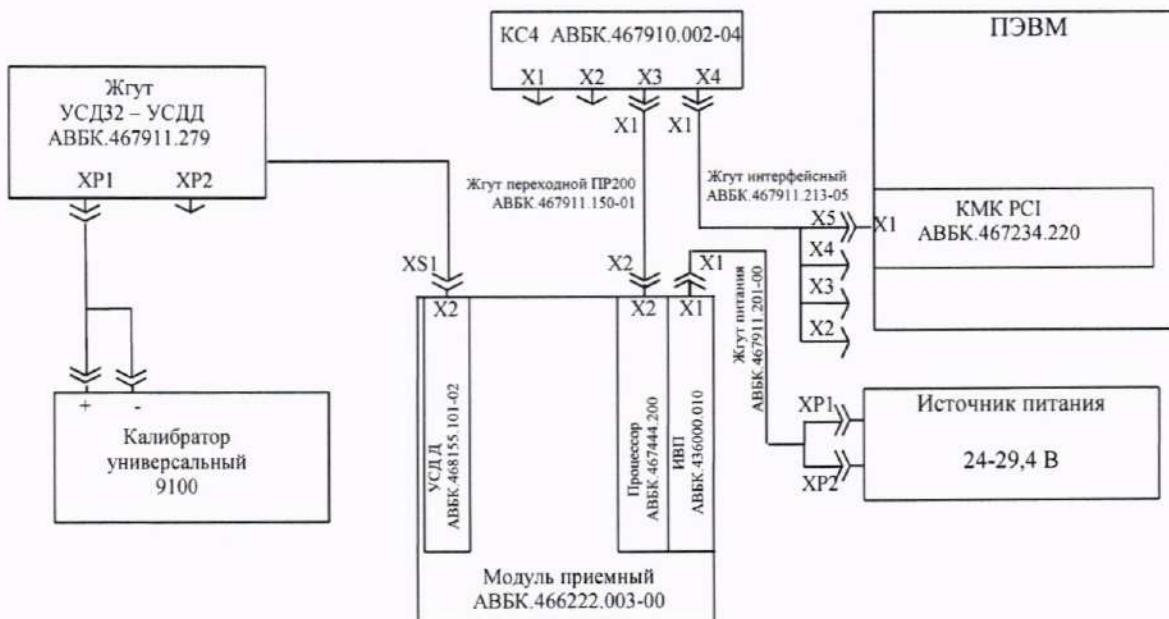


Рисунок 2

10.2.1.2 Подключить калибратор к поверяемому каналу жгутом УСД32-УСДД АВБК.467911.279 в соответствии с приложением Б.

10.2.1.3 Установить на калибраторе режим работы воспроизведение напряжения переменного тока.

10.2.1.4 Последовательно задавая на калибраторе напряжение переменного тока в соответствии с таблицей 10.2, провести измерения напряжения переменного тока при помощи аналогово узла УСДД. Результаты измерений записать в протокол.

Таблица 10.2

Воспроизводимое калибратором		Значение напряжения переменного тока, измеренное аналоговым узлом, В	Абсолютная погрешность измерения напряжения переменного тока, В	
напряжение переменного тока, В	Частота, Гц		измеренное значение	допускаемое значение
1	2	3	4	5
0,1	200			$\pm 0,05$
	400			
	600			
0,5	200			$\pm 0,05$
	400			
	600			
1,0	200			$\pm 0,05$
	400			
	600			
3,0	200			$\pm 0,05$
	400			
	600			
7,0	200			$\pm 0,05$
	400			
	600			

10.2.1.5 Рассчитать значения абсолютных погрешностей измерений напряжения переменного тока по формуле (2):

$$\Delta = U_{\text{изм}} - U_{\text{калибратора}}, \quad (2)$$

где $U_{\text{изм}}$ – значение напряжения переменного тока измеренное при помощи аналого- гово узла УСДД, В;

$U_{\text{калибратора}}$ – значение напряжения переменного тока, установленное на калибраторе, В.

10.2.1.6 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютных погрешностей измерений напряжения переменного тока находятся в пределах, приведенных в графе 5 таблицы 10.2.

10.3 Определение метрологических характеристик аналоговых узлов УСД ИСР

10.3.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений напряже- ния постоянного тока нечетными каналами от 1 до 31

10.3.1.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 3.

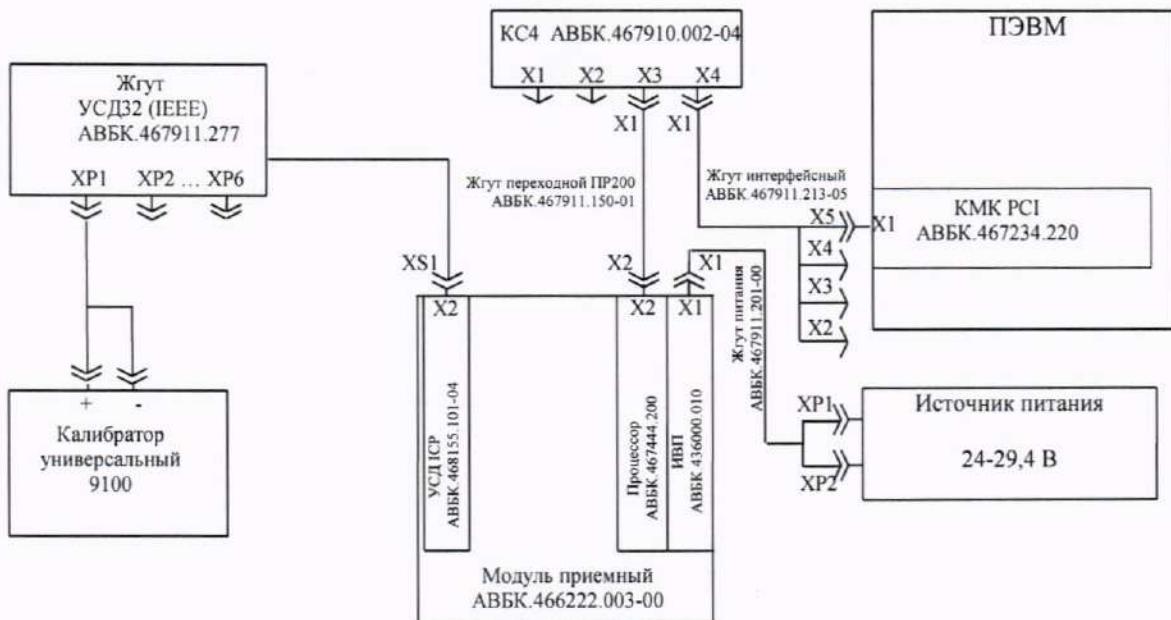


Рисунок 3

10.3.1.2 Подключить калибратор к поверяемому каналу жгутом УСД32 (IEEE) АВБК.467911.277 в соответствии с приложением В.

10.3.1.3 Установить на калибраторе режим работы воспроизведение напряжения постоянного тока.

10.3.1.4 Последовательно задавая на калибраторе напряжение постоянного тока в соответствии с таблицей 10.3.1, провести измерения напряжения постоянного тока при помощи аналогово узла УСД ИСР. Результаты измерений записать в протокол.

Таблица 10.3.1

Воспроизводимое калибратором напряжение постоянного тока, В	Значение напряжения постоянного тока измеренное аналоговым узлом, В	Абсолютная погрешность измерения напряжения, В	
		измеренное значение	допускаемое значение,
1	2	3	4
+0,5			
-0,5			
+1,0			
-1,0			
+3,0			
-3,0			
+5,0			
-5,0			
+9,8			
-9,8			

10.3.1.5 Рассчитать значения абсолютных погрешностей измерений напряжения постоянного тока по формуле (1):

10.3.1.6 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютных погрешностей измерений напряжения постоянного тока находятся в пределах, приведенных в графе 4 таблицы 10.3.1.

10.3.2 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений амплитудных значений напряжения переменного тока четырьмя каналами от 2 до 32

10.3.2.1 Подключить калибратор к поверяемому каналу жгутом УСД32 (IEEE) АВК.467911.277 в соответствии с приложением В.

10.3.2.2 Установить на калибраторе режим работы воспроизведение напряжения переменного тока.

10.3.2.3 Последовательно задавая на калибраторе напряжение переменного тока в соответствии с таблицей 10.3.2, провести измерения амплитудных значений напряжения переменного тока при помощи аналогово узла УСД ICP. Результаты измерений записать в протокол

Таблица 10.3.2

Воспроизводимое калибратором		Амплитудное значение напряжения переменного тока, измеренное узлом, В	Абсолютная погрешность измерения амплитудного значения напряжения переменного тока, В	
Амплитудное значение напряжения переменного тока, В	Частота, Гц		измеренное значение	допускаемое значение
1	2	3	4	5
0,3	100			$\pm 0,025$
	500			
	1000			
	4000			
0,5	10			$\pm 0,025$
	500			
	1000			
	4000			
1,0	100			$\pm 0,025$
	500			
	1000			
	4000			
2,5	100			$\pm 0,025$
	500			
	1000			
	4000			

10.3.2.4 Рассчитать значения абсолютных погрешностей измерений амплитудных значений напряжения переменного тока по формуле (3):

$$\Delta = U_{\text{изм}} - U_{\text{калибратора}}, \quad (3)$$

где $U_{\text{изм}}$ – амплитудное значение напряжения переменного тока, измеренное при помощи аналогово узла УСД ICP, В;

$U_{\text{калибратора}}$ – амплитудное значение напряжения переменного тока, установленное на калибраторе, В.

10.3.2.5 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютных погрешностей измерений амплитудных значений напряжения переменного тока, находятся в пределах, приведенных в графе 5 таблицы 10.3.2.

10.4 Определение метрологических характеристик аналоговых узлов УСД 16ПТ

10.4.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений отношения изменяемого сопротивления постоянного тока потенциометра к сопротивлению потенциометра $R_{изм}/R_{пт}$

10.4.1.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 4.

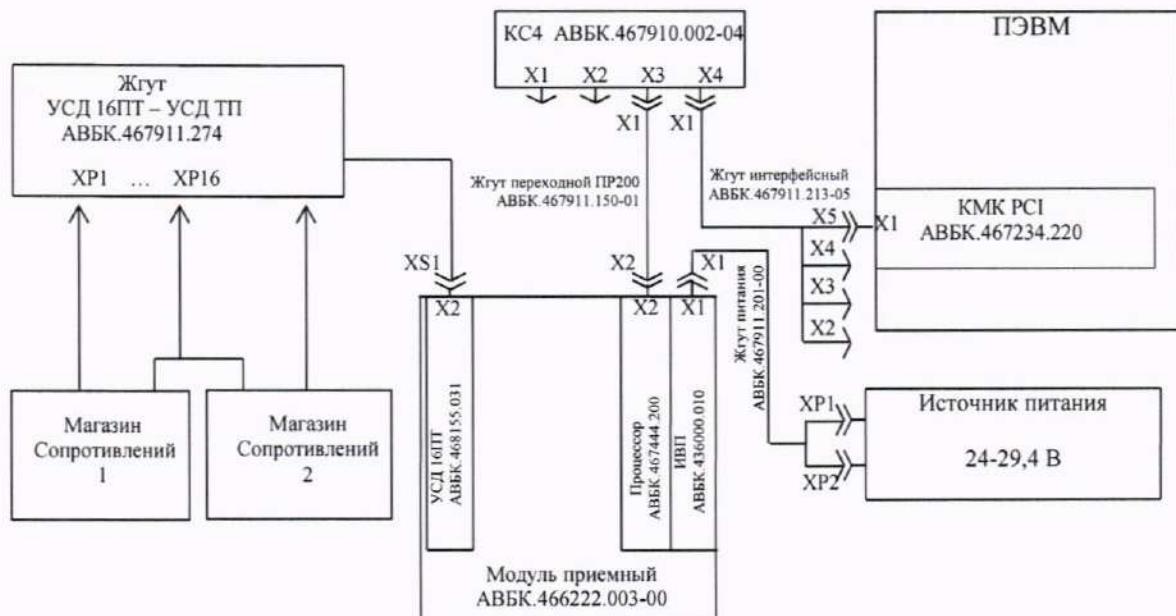


Рисунок 4

10.4.1.2 Подключить магазины сопротивлений к поверяемому каналу жгутом УСД 16ПТ-УСД ТП АВБК.467911.274 в соответствии с приложением Г.

10.4.1.3 Последовательно задавая сопротивление магазинов сопротивлений в соответствии с таблицей 10.4, провести измерение отношения изменяемого сопротивления постоянного тока потенциометра к сопротивлению потенциометра $R_{изм}/R_{пт}$ при помощи узла УСД 16ПТ. Результаты измерений записать в протокол.

Таблица 10.4

Значение электрического сопротивления, установленное на магазине сопротивлений, Ом		Отношения изменяемого сопротивления постоянного тока потенциометра к сопротивлению потенциометра $R_{изм}/R_{пт}$	Значение отношения изменяемого сопротивления постоянного тока потенциометра к сопротивлению потенциометра $R_{изм}/R_{пт}$, измеренное при помощи узла УСД 16ПТ	Абсолютная погрешность измерения	
магазин сопр.1	магазин сопр.2			измеренное значение	допускаемое значение
1	2	3	4	5	6
0	2000	1			
400	1600	0,8			
800	1200	0,6			
1200	800	0,4			
1600	400	0,2			
1900	100	0,05			

$\pm 0,01$

10.4.1.4 Рассчитать значения абсолютных погрешностей измерений отношения изменяемого сопротивления постоянного тока потенциометра к сопротивлению потенциометра $R_{изм}/R_{пт}$ по формуле (4):

$$\Delta = (R_{изм}/R_{пт})_{изм} - (R_{изм}/R_{пт})_{уст} , \quad (4)$$

где $(R_{изм}/R_{пт})_{изм}$ – значение отношения изменяемого сопротивления постоянного тока потенциометра к сопротивлению потенциометра, измеренное узлом УСД16ПТ;

$(R_{изм}/R_{пт})_{уст}$ – значение отношения изменяемого сопротивления постоянного тока потенциометра к сопротивлению потенциометра, установленного при помощи магазинов сопротивлений

10.4.1.5 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютных погрешностей измерений отношения изменяемого сопротивления постоянного тока потенциометра к сопротивлению потенциометра $R_{изм}/R_{пт}$, находятся в пределах, приведенных в графе 6 таблицы 10.4.

10.5 Определение метрологических характеристик узлов УСД ТН

10.5.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений отношения отклонения электрического сопротивления постоянному току моста от номинального к номинальному сопротивлению моста ($R_m-R_{ном}/R_{ном}$)

10.5.1.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 5.

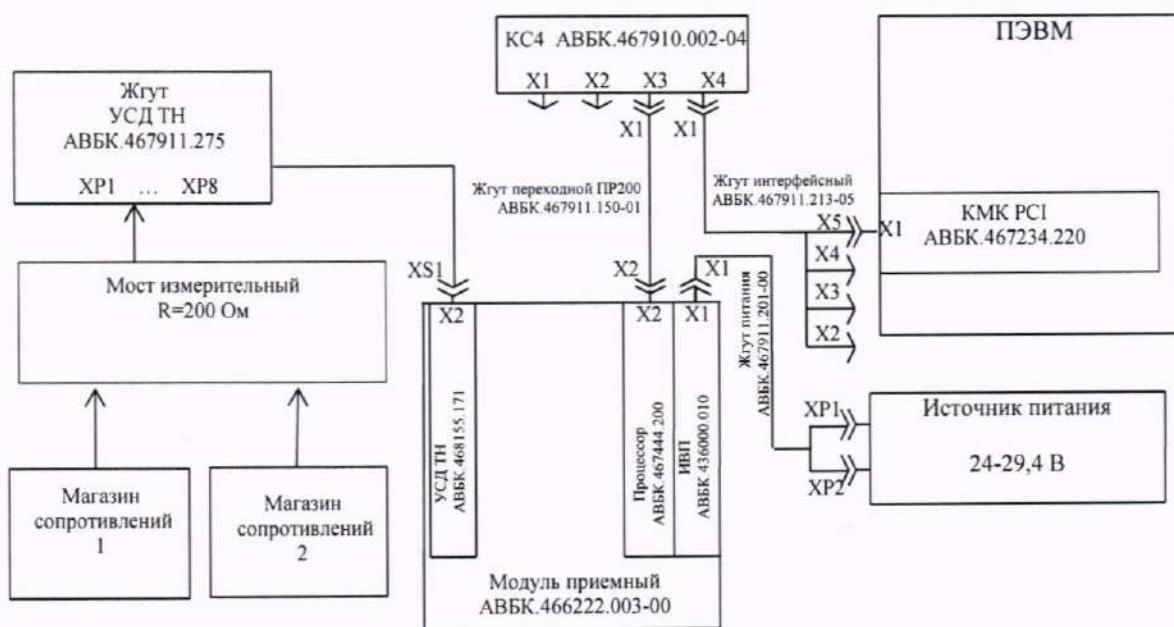


Рисунок 5

10.5.1.2 Подключить магазины сопротивлений и мост измерительный из состава ЗИП узлов к поверяемому каналу жгутом УСД ТН АВБК.467911.275 в соответствии со схемой приложения Д.

10.5.1.3 Установить диапазон измерений узла УСД ТН от -0,04 до +0,04.

10.5.1.4 Регулируя сопротивление магазинов добиться нулевого показания узла УСД ТН (баланса моста). Значение сопротивления магазинов R_0 записать в протокол.

10.5.1.5 Последовательно задавая сопротивление магазинов в соответствии с таблицей 10.5.1, провести измерение отношения отклонения электрического сопротивления постоянному току моста от номинального к номинальному сопротивлению моста при помощи узла УСД ТН. Результаты измерений записать в протокол.

Таблица 10.5.1

Значение электрического сопротивления, установленное на магазинах сопротивлений, Ом		Заданное значение отношения отклонения электрического сопротивления постоянному току моста от номинального к номинальному сопротивлению моста $(R_m - R_{nom})/R_{nom}$	Значение отношения отклонения электрического сопротивления постоянному току моста от номинального к номинальному сопротивлению моста $(R_m - R_{nom})/R_{nom}$ измеренное модулем УСД ТН	Абсолютная погрешность измерения	
магазин сопр.1	магазин сопр.2			измеренное значение	допускаемое значение
1	2	3	4	5	6
R_0+16	R_0+16	+0,04			
R_0+8	R_0+8	+0,02			
R_0+4	R_0+4	+0,01			
R_0+2	R_0+2	+0,005			
R_0-2	R_0-2	-0,005			
R_0-4	R_0-4	-0,01			
R_0-8	R_0-8	-0,02			
R_0-16	R_0-16	-0,04			

10.5.1.6 Рассчитать значения абсолютных погрешностей измерений отношения отклонения электрического сопротивления постоянному току моста от номинального к номинальному сопротивлению моста $(R_m - R_{nom})/R_{nom}$ по формуле (5).

$$\Delta = ((R_m - R_{nom})/R_{nom})_{изм} - ((R_m - R_{nom})/R_{nom})_{уст} , \quad (5)$$

где $((R_m - R_{nom})/R_{nom})_{изм}$ – значение отношения отклонения электрического сопротивления постоянному току моста от номинального к номинальному сопротивлению моста измеренное модулем УСД ТН;

$((R_m - R_{nom})/R_{nom})_{уст}$ – установленное значение отношения отклонения электрического сопротивления постоянному току моста от номинального к номинальному сопротивлению моста.

10.5.1.7 Установить диапазон измерений узла УСД ТН от -0,02 до +0,02.

10.5.1.8 Регулируя сопротивление магазинов добиться нулевого показания узла УСД ТН (баланса моста). Значение сопротивления магазинов R_0 записать в протокол.

10.5.1.9 Последовательно задавая сопротивление магазинов в соответствии с таблицей 10.5.2, провести измерение относительного изменения сопротивления при помощи узла УСД ТН. Результаты измерений записать в протокол.

Таблица 10.5.2

Значение электрического сопротивления, установленное на магазинах сопротивлений, Ом		Заданное значение отношения отклонения электрического сопротивления постоянному току моста от номинального к номинальному сопротивлению моста $(R_m - R_{nom})/R_{nom}$	Значение отношения отклонения электрического сопротивления постоянному току моста от номинального к номинальному сопротивлению моста $(R_m - R_{nom})/R_{nom}$ измеренное модулем УСД ТН	Абсолютная погрешность измерения	
магазин сопр.1	магазин сопр.2			измеренное значение	допускаемое значение
1	2	3	4	5	6
$R_0 + 8,0$	$R_0 + 8,0$	+0,020			
$R_0 + 4,0$	$R_0 + 4,0$	+0,010			
$R_0 + 2,0$	$R_0 + 2,0$	+0,005			
$R_0 + 1,0$	$R_0 + 1,0$	+0,0025			
$R_0 - 1,0$	$R_0 - 1,0$	-0,0025			
$R_0 - 2,0$	$R_0 - 2,0$	-0,005			
$R_0 - 4,0$	$R_0 - 4,0$	-0,010			
$R_0 - 8,0$	$R_0 - 8,0$	-0,020			

10.5.1.10 Рассчитать значения абсолютных погрешностей измерений отношения отклонения электрического сопротивления постоянному току моста от номинального к номинальному сопротивлению моста $(R_m - R_{nom})/R_{nom}$ по формуле (5).

10.5.1.11 Установить диапазон измерений узла УСД ТН от -0,01 до +0,01.

10.5.1.12 Регулируя сопротивление магазинов добиться нулевого показания узла УСД ТН (баланса моста). Значение сопротивления магазинов R_0 записать в протокол.

10.5.1.13 Последовательно задавая сопротивление магазинов в соответствии с таблицей 10.5.3, провести измерение отношения отклонения электрического сопротивления постоянному току моста от номинального к номинальному сопротивлению моста при помощи узла УСД ТН. Результаты измерений записать в протокол.

Таблица 10.5.3

Значение электрического сопротивления, установленное на магазинах сопротивлений, Ом		Заданное значение отношения отклонения электрического сопротивления постоянному току моста от номинального к номинальному сопротивлению моста $(R_m - R_{nom})/R_{nom}$	Значение отношения отклонения электрического сопротивления постоянному току моста от номинального к номинальному сопротивлению моста $(R_m - R_{nom})/R_{nom}$ измеренное модулем УСД ТН	Абсолютная погрешность измерения	
магазин сопр.1	магазин сопр.2			измеренное значение	допускаемое значение
1	2	3	4	5	
$R_0 + 4,0$	$R_0 + 4,0$	+0,0100			
$R_0 + 2,0$	$R_0 + 2,0$	+0,0050			
$R_0 + 1,0$	$R_0 + 1,0$	+0,0025			
$R_0 + 0,5$	$R_0 + 0,5$	+0,00125			
$R_0 - 0,5$	$R_0 - 0,5$	-0,00125			
$R_0 - 1,0$	$R_0 - 1,0$	-0,0025			
$R_0 - 2,0$	$R_0 - 2,0$	-0,0050			
$R_0 - 4,0$	$R_0 - 4,0$	-0,0100			

10.5.1.14 Рассчитать значения абсолютных погрешностей измерений отношения отклонения электрического сопротивления постоянному току моста от номинального к номинальному сопротивлению моста (R_m-R_{nom})/ R_{nom} по формуле (5).

10.5.1.15 Установить диапазон измерений узла УСД ТН от -0,005 до +0,005.

10.5.1.16 Регулируя сопротивление магазинов добиться нулевого показания узла УСД ТН (баланса моста). Значение сопротивления магазинов R_0 записать в протокол.

10.5.1.17 Последовательно задавая сопротивление магазинов в соответствии с таблицей 10.5.4, провести измерение отношения отклонения электрического сопротивления постоянному току моста от номинального к номинальному сопротивлению моста при помощи узла УСД ТН. Результаты измерений записать в протокол.

Таблица 10.5.4

Значение электрического сопротивления, установленное на магазинах сопротивлений, Ом		Заданное значение отношения отклонения электрического сопротивления постоянному току моста от номинального к номинальному сопротивлению моста (R_m-R_{nom})/ R_{nom}	Значение отношения отклонения электрического сопротивления постоянному току моста от номинального к номинальному сопротивлению моста (R_m-R_{nom})/ R_{nom} измеренное модулем УСД ТН	Абсолютная погрешность измерения	
магазин сопр.1	магазин сопр.2	измеренное значение	допускаемое значение		
1	2	3	4	5	6
$R_0+2,0$	$R_0+2,0$	+0,0050			
$R_0+1,0$	$R_0+1,0$	+0,0025			
$R_0+0,5$	$R_0+0,5$	+0,00125			
$R_0-0,5$	$R_0-0,5$	-0,00125			
$R_0-1,0$	$R_0-1,0$	-0,0025			
$R_0-2,0$	$R_0-2,0$	-0,0050			

10.5.1.18 Рассчитать значения абсолютных погрешностей измерений отношения отклонения электрического сопротивления постоянному току моста от номинального к номинальному сопротивлению моста (R_m-R_{nom})/ R_{nom} по формуле (5).

10.5.1.19 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютных погрешностей измерений отношения отклонения электрического сопротивления постоянному току моста от номинального к номинальному сопротивлению моста (R_m-R_{nom})/ R_{nom} , находятся в пределах, приведенных в графе 6 таблицы 10.5.1-10.5.4.

10.6 Определение метрологических характеристик узлов УСД ТР

10.6.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений электрического сопротивления постоянному току

10.6.1.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 6.

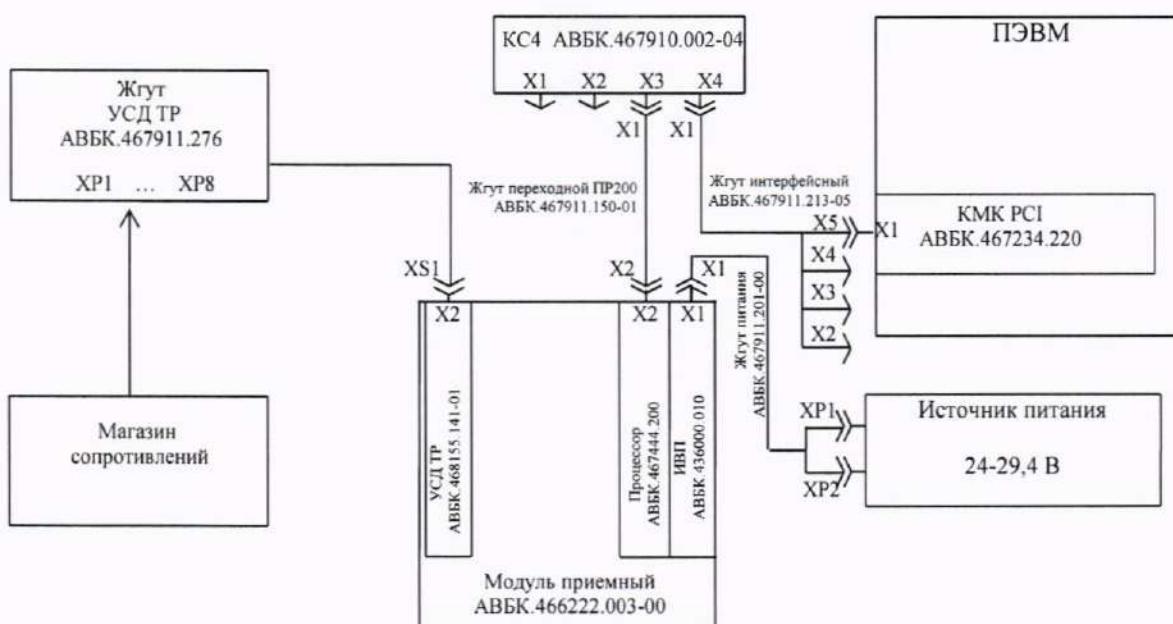


Рисунок 6

10.6.1.2 Подключить магазин сопротивлений к поверяемому каналу жгутом УСД ТР АВБК.467911.276 в соответствии со схемой приложения Е.

10.6.1.3 Последовательно задавая сопротивление магазина сопротивлений в соответствии с таблицей 10.6.1, провести измерение сопротивления при помощи аналогово узла УСД ТР. Результаты измерений записать в протокол.

Таблица 10.6.1

Значение электрического сопротивления, установленное на магазине сопротивлений, Ом	Значение электрического сопротивления измеренное модулем УСД ТР	Абсолютная погрешность измерения электрического сопротивления	
		измеренное значение	допускаемое значение
1	2	3	4
10			
30			
50			
100			
150			
200			

10.6.1.4 Рассчитать значения абсолютных погрешностей измерений электрического сопротивления по формуле (6):

$$\Delta = R_{\text{изм}} - R_{\text{уст}} , \quad (6)$$

где $R_{\text{изм}}$ – значение электрического сопротивления измеренное модулем УСД ТР, Ом;

$R_{\text{уст}}$ – значение электрического сопротивления, установленное на магазине сопротивлений, Ом.

10.6.1.5 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютных погрешностей измерений электрического сопротивления, находятся в пределах, приведенных в графе 4 таблицы 10.6.1.

10.7 Определение метрологических характеристик узлов УСД ТП

10.7.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока

10.7.1.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 7.

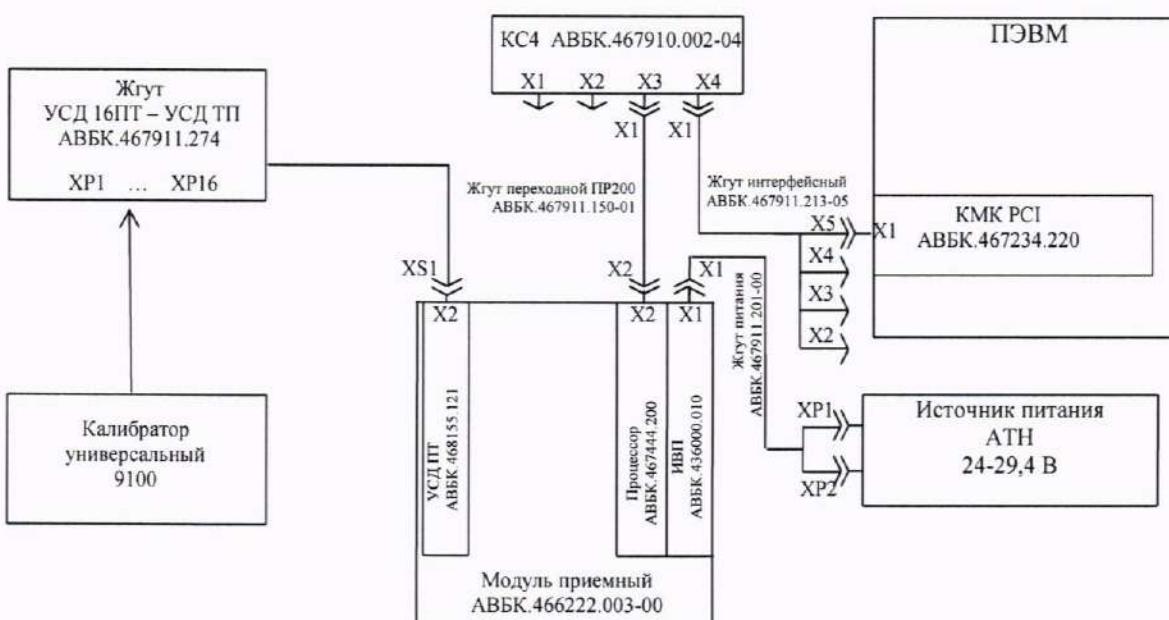


Рисунок 7

10.7.1.2 Подключить калибратор к поверяемому каналу жгутом УСД 16ПТ-УСД ТП АВБК.467911.274 в соответствии со схемой приложения Ж.

10.7.1.3 Установить на калибраторе режим работы воспроизведение напряжения постоянного тока.

10.7.1.4 Установить диапазон измерений узла УСД ТП -30 до +30 мВ.

10.7.1.5 Последовательно задавая на калибраторе напряжение постоянного тока соответствия с таблицей 10.7.1, провести измерения напряжения постоянного тока при помощи узла УСД ТП. Результаты измерений записать в протокол.

Таблица 10.7.1

Воспроизведенное калибратором напряжение постоянного тока, мВ	Значение напряжения постоянного тока измеренное аналоговым узлом, мВ	Абсолютная погрешность измерения напряжения, мВ	
		измеренное значение	допускаемое значение,
1	2	3	4
1			
+5,0			
-5,0			
+10,0			
-10,0			
+20,0			
-20,0			
+30,0			
-30,0			

10.7.1.6 Рассчитать значения абсолютных погрешностей измерений напряжения постоянного тока по формуле (7):

$$\Delta = U_{\text{изм}} - U_{\text{калибратора}}, \quad (7)$$

где $U_{\text{изм}}$ – значение напряжения постоянного тока, измеренное при помощи узла УСД ТП, В;

$U_{\text{калибратора}}$ – значение напряжения постоянного тока, установленное на калибраторе, В.

10.7.1.7 Установить диапазон измерений узла УСД ТП -60 до +60 мВ.

10.7.1.8 Последовательно задавая на калибраторе напряжение постоянного тока соответствии с таблицей 10.7.2, провести измерения напряжения постоянного тока при помощи узла УСД ТП. Результаты измерений записать в протокол.

Таблица 10.7.2

Воспроизводимое калибратором напряжение постоянного тока, мВ	Значение напряжения постоянного тока измеренное узлом, мВ	Абсолютная погрешность измерения напряжения, мВ	
		измеренное значение	допускаемое значение,
1	2	3	4
+10,0			
-10,0			
+20,0			
-20,0			
+40,0			
-40,0			
+60,0			
-60,0			

10.7.1.9 Рассчитать значения абсолютных погрешностей измерений напряжения постоянного тока по формуле (7).

10.7.1.10 Установить диапазон измерений узла УСД ТП -120 до +120 мВ.

10.7.1.11 Последовательно задавая на калибраторе напряжение постоянного тока соответствии с таблицей 10.7.3, провести измерения напряжения постоянного тока при помощи узла УСД ТП. Результаты измерений записать в протокол.

Таблица 10.7.3

Воспроизводимое калибратором напряжение постоянного тока, мВ	Значение напряжения постоянного тока измеренное узлом, мВ	Абсолютная погрешность измерения напряжения, мВ	
		измеренное значение	допускаемое значение,
1	2	3	4
+20,0			
-20,0			
+40,0			
-40,0			
+80,0			
-80,0			
+120,0			
-120,0			

10.7.1.12 Рассчитать значения абсолютных погрешностей измерений напряжения постоянного тока по формуле (7).

10.7.1.13 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютных погрешностей измерений напряжения постоянного тока находятся в пределах, приведенных в графе 4 таблицы 10.7.1 - 10.7.3.

10.8 Определение метрологических характеристик узлов УСД И

10.8.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока

10.8.1.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 8.

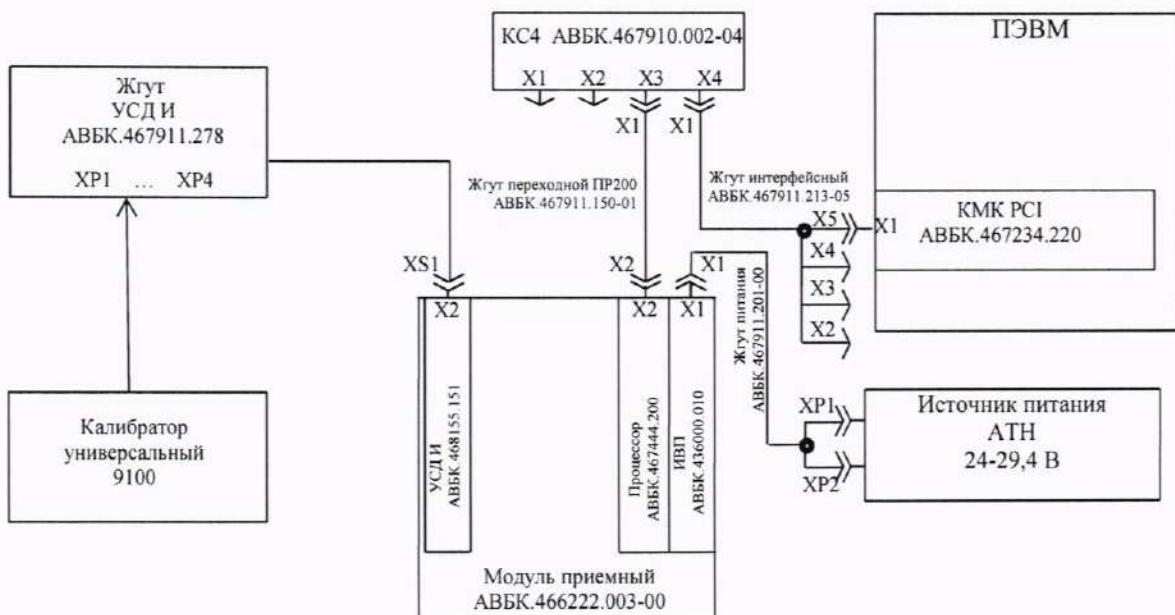


Рисунок 8

10.8.1.2 Подключить калибратор к поверяемому каналу жгутом УСД И АБК.467911.278 в соответствии со схемой приложения 3.

10.8.1.3 Установить на калибраторе режим работы воспроизведение напряжения постоянного тока.

10.8.1.4 Последовательно задавая на калибраторе напряжение постоянного тока соответствии с таблицей 10.8.1, провести измерения напряжения постоянного тока при помощи узла УСД И. Результаты измерений записать в протокол.

Таблица 10.8.1

Воспроизведенное калибратором напряжение постоянного тока, мВ	Значение напряжения постоянного тока измеренное узлом, мВ	Абсолютная погрешность измерения напряжения, мВ	
		измеренное значение	допускаемое значение,
1	2	3	4
+5,0			
-5,0			
+10,0			
-10,0			
+30,0			
-30,0			
+50,0			
-50,0			
+100,0			
-100,0			

10.8.1.4 Рассчитать значения абсолютных погрешностей измерений напряжения постоянного тока по формуле (8):

$$\Delta = U_{\text{изм}} - U_{\text{калибратора}}, \quad (8)$$

где $U_{\text{изм}}$ – значение напряжения постоянного тока измеренное при помощи узла УСД И, мВ;

$U_{\text{калибратора}}$ – значение напряжения постоянного тока, установленное на калибраторе, мВ.

10.8.1.5 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютных погрешностей измерений напряжения постоянного тока находятся в пределах, приведенных в графе 4 таблицы 9.8.1.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Результаты поверки нагрузок подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений,ключенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца нагрузки или лица, представившего ее на поверку, выдается свидетельство о поверке и (или) в паспорт нагрузки вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

11.2 Результаты поверки оформить в соответствии с приказом Минпромторга № 2510 от 31.07.2020.

Начальник НИО-6
ФГУП «ВНИИФТРИ»

В.И. Добровольский

Начальник лаборатории 620
ФГУП «ВНИИФТРИ»

Н.В. Нечаев

Приложение А (обязательное)
Схема подключения источника сигнала к каналам узла УСД 32

XP1 – вилка PC4TB



XP2 – вилка PC4TB



XP1, XP2 – соединители жгута УСД32-УСДД АВБК.467911.279

Приложение Б (обязательное)
Схема подключения источника сигнала к каналам узла УСД Д

XP1 – вилка PC4TB



XP2 – вилка PC4TB



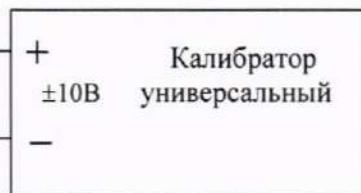
XP1, XP2 – соединители жгута УСД32-УСДД АВБК.467911.279

Приложение В (обязательное)
Схема подключения источника сигнала к каналам узла УСД ICP

XP1 – вилка PC4TB

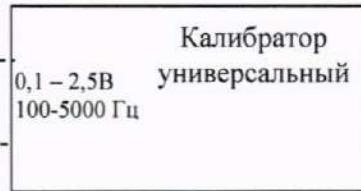
Цепь	Конт.
НЕ ЧЕТ	1
Ubx 2	2
0 В	3
0 В	4

Нечетные каналы УСД ICP



XP2 – вилка PC4TB

Цепь	Конт.
Ubx 4	1
Ubx 6	2
Ubx 8	3
0 В	4



XP3 – вилка PC4TB

Цепь	Конт.
Ubx 10	1
Ubx 12	2
Ubx 14	3
0 В	4

XP4 – вилка PC4TB

Цепь	Конт.
Ubx 16	1
Ubx 18	2
Ubx 20	3
0 В	4

XP5 – вилка PC4TB

Цепь	Конт.
Ubx 22	1
Ubx 24	2
Ubx 26	3
0 В	4

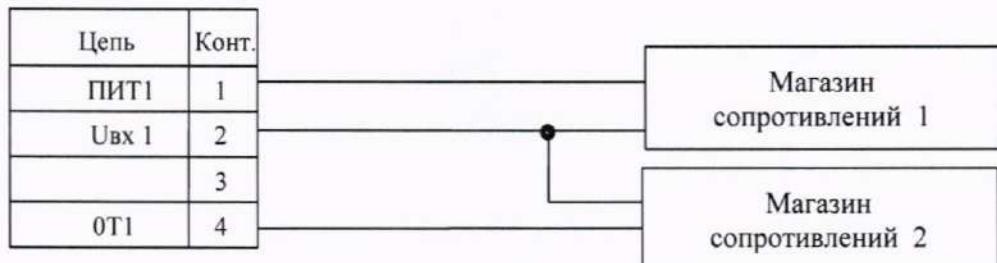
XP6 – вилка PC4TB

Цепь	Конт.
Ubx 28	1
Ubx 30	2
Ubx 32	3
0 В	4

XP1...XP6 – соединители жгута УСД32(IEEE) АВБК.467911.277

Приложение Г (обязательное)
Схема подключения источника сигнала к каналам узла УСД 16ПТ

XP1 – вилка PC4TB



XP6 – вилка PC4TB

Цель	Конт.
ПИТ6	1
Уbx 6	2
	3
0T6	4

XP7 – вилка PC4TB

Цель	Конт.
ПИТ7	1
Уbx 7	2
	3
0T7	4

XP8 – вилка PC4TB

Цель	Конт.
ПИТ8	1
Уbx 8	2
	3
0T8	4

XP9 – вилка PC4TB

Цель	Конт.
ПИТ9	1
Уbx 9	2
	3
0T9	4

XP10 – вилка PC4TB

Цель	Конт.
ПИТ10	1
Уbx 10	2
	3
0T10	4

XP11 – вилка PC4TB

Цель	Конт.
ПИТ11	1
Уbx 11	2
	3
0T11	4

XP12 – вилка PC4TB

Цель	Конт.
ПИТ12	1
Уbx 12	2
	3
0T12	4

XP13 – вилка PC4TB

Цель	Конт.
ПИТ13	1
Уbx 13	2
	3
0T13	4

XP14 – вилка PC4TB

Цель	Конт.
ПИТ 14	1
Уbx 14	2
	3
0T14	4

XP15 – вилка PC4TB

Цель	Конт.
ПИТ 15	1
Уbx 15	2
	3
0T15	4

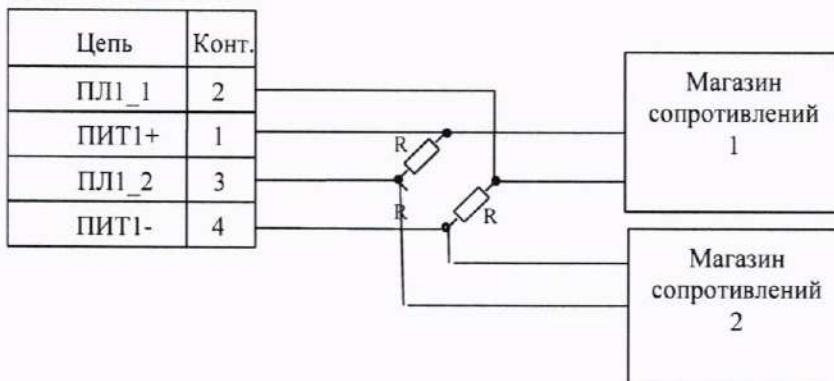
XP16 – вилка PC4TB

Цель	Конт.
ПИТ 16	1
Уbx 16	2
	3
0T16	4

XP1...XP16 – соединители жгута УСД 16ПТ-УСД ТП АВБК.467911.274

Приложение Д (обязательное)
Схема подключения источника сигнала к каналам узла УСД ТН

XP1 – вилка PC4TB



XP2 – вилка PC4TB

Цепь	Конт.
ПИТ2+	1
ПЛ2_1	2
ПЛ2_2	3
ПИТ2-	4

XP3 – вилка PC4TB

Цепь	Конт.
ПИТ3+	1
ПЛ3_1	2
ПЛ3_2	3
ПИТ3-	4

XP4 – вилка PC4TB

Цепь	Конт.
ПИТ4+	1
ПЛ4_1	2
ПЛ4_2	3
ПИТ4-	4

XP5 – вилка PC4TB

Цепь	Конт.
ПИТ5+	1
ПЛ5_1	2
ПЛ5_2	3
ПИТ5-	4

XP6 – вилка PC4TB

Цепь	Конт.
ПИТ6+	1
ПЛ6_1	2
ПЛ6_2	3
ПИТ6-	4

XP7 – вилка PC4TB

Цепь	Конт.
ПИТ7+	1
ПЛ7_1	2
ПЛ7_2	3
ПИТ7-	4

XP8 – вилка PC4TB

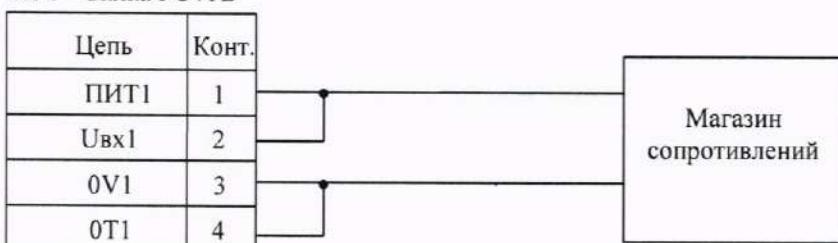
Цепь	Конт.
ПИТ8+	1
ПЛ8_1	2
ПЛ8_2	3
ПИТ8-	4

XP1...XP8 – соединители жгута УСД ТН АВБК.467911.275

1	R=200 Ом	C2-29B-0,25M-200 Ом ±0,25%-1,0-Б	ОЖ0.467.130 ТУ
---	----------	----------------------------------	----------------

Приложение Е (обязательное)
Схема подключения источника сигнала к каналам узла УСД ТР

XP1 – вилка PC4TB



XP2 – вилка PC4TB

Цель	Конт.
ПИТ2	1
Ubх2	2
0V2	3
0T2	4

XP3 – вилка PC4TB

Цель	Конт.
ПИТ3	1
Ubх3	2
0V3	3
0T3	4

XP4 – вилка PC4TB

Цель	Конт.
ПИТ4	1
Ubх4	2
0V4	3
0T4	4

XP5 – вилка PC4TB

Цель	Конт.
ПИТ5	1
Ubх5	2
0V5	3
0T5	4

XP6 – вилка PC4TB

Цель	Конт.
ПИТ6	1
Ubх6	2
0V6	3
0T6	4

XP7 – вилка PC4TB

Цель	Конт.
ПИТ7	1
Ubх7	2
0V7	3
0T7	4

XP8 – вилка PC4TB

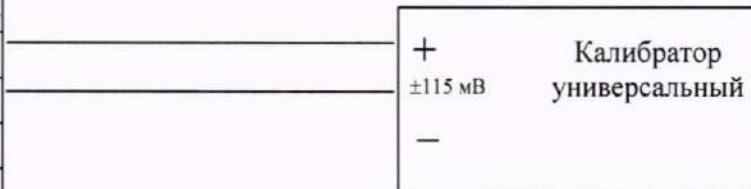
Цель	Конт.
ПИТ8	1
Ubх8	2
0V8	3
0T8	4

XP1...XP8 – соединители жгута УСД ТР АВБК.467911.276

Приложение Ж (обязательное)
Схема подключения источника сигнала к каналам узла УСД ТП

XP1 – вилка PC4TB

Цепь	Конт.
ПИТ1	1
Ubx 1	2
	3
0T1	4



XP2 – вилка PC4TB

Цепь	Конт.
ПИТ2	1
Ubx 2	2
	3
0T2	4

XP3 – вилка PC4TB

Цепь	Конт.
ПИТ3	1
Ubx 3	2
	3
0T3	4

XP4 – вилка PC4TB

Цепь	Конт.
ПИТ4	1
Ubx 4	2
	3
0T4	4

XP5 – вилка PC4TB

Цепь	Конт.
ПИТ5	1
Ubx 5	2
	3
0T5	4

XP6 – вилка PC4TB

Цепь	Конт.
ПИТ6	1
Ubx 6	2
	3
0T6	4

XP7 – вилка PC4TB

Цепь	Конт.
ПИТ7	1
Ubx 7	2
	3
0T7	4

XP8 – вилка PC4TB

Цепь	Конт.
ПИТ8	1
Ubx 8	2
	3
0T8	4

XP9 – вилка PC4TB

Цепь	Конт.
ПИТ9	1
Ubx 9	2
	3
0T9	4

XP10 – вилка PC4TB

Цепь	Конт.
ПИТ10	1
Ubx 10	2
	3
0T10	4

XP11 – вилка PC4TB

Цепь	Конт.
ПИТ11	1
Ubx 11	2
	3
0T11	4

XP12 – вилка PC4TB

Цепь	Конт.
ПИТ12	1
Ubx 12	2
	3
0T12	4

XP13 – вилка PC4TB

Цепь	Конт.
ПИТ13	1
Ubx 13	2
	3
0T13	4

XP14 – вилка PC4TB

Цепь	Конт.
ПИТ 14	1
Ubx 14	2
	3
0T14	4

XP15 – вилка PC4TB

Цепь	Конт.
ПИТ 15	1
Ubx 15	2
	3
0T15	4

XP16 – вилка PC4TB

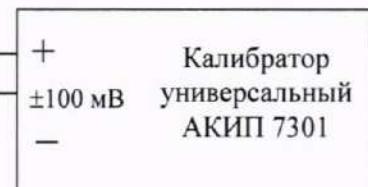
Цепь	Конт.
ПИТ 16	1
Ubx 16	2
	3
0T16	4

XP1...XP16 – соединители жгута УСД 16ПТ-УСД ТП АВБК.467911.274

Приложение 3 (обязательное)
Схема подключения источника сигнала к каналам узла УСД И

XP1 – вилка PC4TB

Цепь	Конт.
Bx2-	1
Bx2+	2
	3
0 В	4



XP2 – вилка PC4TB

Цепь	Конт.
Bx3-	1
Bx3+	2
	3
0 В	4

XP3 – вилка PC4TB

Цепь	Конт.
Bx1-	1
Bx1+	2
	3
0 В	4

XP4 – вилка PC4TB

Цепь	Конт.
Bx4-	1
Bx4+	2
	3
0 В	4

XP1...XP4 – соединители жгута УСД И АВБК.467911.278