

Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь

КАЛИБРАТОР УНИВЕРСАЛЬНЫЙ Н4-201

Методика поверки

**УШЯИ.411648.004 МП
МРБ МП. 2357 - 2013**

Содержание

1 Операции и средства поверки	3
2 Требования к квалификации поверителей	10
3 Требования безопасности	10
4 Условия поверки и подготовка к поверке	10
5 Проведение поверки	11
5.1 Внешний осмотр	11
5.2 Проверка электрической прочности изоляции	11
5.3 Опробование	11
5.4 Определение метрологических характеристик	11
6 Оформление результатов поверки	27
Приложение А Форма протокола поверки	28

Настоящая методика распространяется на **калибратор универсальный Н4-201** (далее по тексту - **калибратор**) УШЯИ.411648.004 и устанавливает методы и средства первичной и последующих поверок.

Проверка должна проводиться в органах, аккредитованных в данном виде деятельности.
Межповерочный интервал - 12 мес.

1 Операции и средства поверки

1.1 При проведении поверки должны быть выполнены следующие операции и применены средства поверки с характеристиками, указанными в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Наименование и тип эталонов и вспомогательных средств поверки, их метрологические и основные технические характеристики	Проведение операции при	
			первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	5.1	-	да	да
Проверка электрической прочности изоляции	5.2	Установка высоковольтная измерительная (испытательная) УПУ-21: - выходное напряжение переменного тока от 0 до 3 кВ; - погрешность $\pm 4\%$	да	нет
Опробование	5.3	-	да	да
<i>Определение метрологических характеристик:</i>	5.4			
- определение основной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока	5.4.1	Вольтметр универсальный В7-72: - диапазоны измерения напряжения постоянного тока 200 мВ, 2, 20, 200, 1000 В; - пределы допускаемой основной погрешности $\pm(0,001 - 0,002)\%$	да	да
- проверка максимального тока нагрузки, определение напряжения шумов и пульсаций в режиме воспроизведения напряжения постоянного тока	5.4.2	Вольтметр универсальный В7-72: - диапазоны измерения напряжения постоянного тока 200 мВ, 2, 20, 200, 1000 В - пределы допускаемой основной погрешности $\pm(0,001 - 0,002)\%$	да	нет

Продолжение таблицы 1.1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Наименование и тип эталонов и вспомогательных средств поверки, их метрологические и основные технические характеристики	Проведение операции при	
			первой поверке	периодической поверке
- проверка максимального тока нагрузки, определение напряжения шумов и пульсаций в режиме воспроизведения напряжения постоянного тока	5.4.2	<p>Вольтметр переменного тока В3-60:</p> <ul style="list-style-type: none"> - диапазон измерения от 10 мкВ до 1000 В; - поддиапазоны с верхними пределами 10, 100 мВ, 1, 10, 100, 1000 В; - диапазон частот от 20 Гц до 100 кГц; - погрешность $\pm(0,1 - 0,3)\%$. <p>Магазин сопротивлений Р4830/1:</p> <ul style="list-style-type: none"> - класс точности $0,05/2,5 \cdot 10^{-5}$; - диапазон значений воспроизводимого сопротивления от 0,01 до 12222,21 Ом. <p>Нагрузка 40 kΩ УШЯИ.465214.003.</p> <p>Нагрузка 200 kΩ УШЯИ.465214.003-01.</p>	да	нет
- определение основной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока	5.4.3	<p>Калибратор универсальный Fluke 5720A:</p> <p>Воспроизведение:</p> <ul style="list-style-type: none"> - U_{\perp} от 2 мкВ до 1000 В, погрешность $\pm(0,00035 - 0,015)\%$; - U_{\sim} от 1 мВ до 700 В, погрешность $\pm(0,03 - 0,3)\%$; - F от 10 Гц до 1 МГц; - I_{\perp} от 0,2 мкА до 2 А, погрешность $\pm(0,005 - 0,18)\%$; - I_{\sim} от 9 мкА до 2 А, погрешность $\pm(0,013 - 0,03)\%$; - F от 10 Гц до 10 кГц. <p>Калибратор универсальный Н4-7:</p> <ul style="list-style-type: none"> - воспроизведение напряжения переменного тока: <ul style="list-style-type: none"> - диапазон воспроизведения от 0 до 700 В; - диапазон частот от 0,1 Гц до 1 МГц; - погрешность $\pm(0,004 - 0,25)\%$ <p>Вольтметр переменного тока В3-60:</p> <ul style="list-style-type: none"> - диапазон измерения от 10 мкВ до 1000 В; - поддиапазоны с верхними пределами 10, 100 мВ, 1, 10, 100, 1000 В; - диапазон частот от 20 Гц до 100 кГц; - погрешность $\pm(0,1 - 0,3)\%$. 	да	да

Продолжение таблицы 1.1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Наименование и тип эталонов и вспомогательных средств поверки, их метрологические и основные технические характеристики	Проведение операции при	
			первичной поверке	периодической поверке
- проверка максимального тока нагрузки, способность калибратора работать на емкостную нагрузку в режиме воспроизведения напряжения переменного тока	5.4.4	<p>Калибратор универсальный Fluke 5720A: Воспроизведение: - U_{\perp} от 2 мВ до 1000 В, погрешность $\pm(0,00035 - 0,015) \%$; - U_{\sim} от 1 мВ до 700 В, погрешность $\pm(0,03 - 0,3) \%$; - F от 10 Гц до 1 МГц; - I_{\perp} от 0,2 мА до 2 А, погрешность $\pm(0,005 - 0,18) \%$; - L от 9 мкА до 2 А; - F от 10 Гц до 10 кГц; погрешность $\pm(0,013 - 0,03) \%$.</p> <p>Вольтметр переменного тока В3-60: - диапазон измерения от 10 мВ до 1000 В; - поддиапазоны с верхними пределами 10, 100 мВ, 1, 10 В; - диапазон частот от 20 Гц до 100 кГц; - погрешность $\pm(0,1 - 0,3) \%$.</p> <p>Магазин сопротивлений Р4830/1: - класс точности $0,05/2,5 \cdot 10^{-5}$;</p> <p>Нагрузка 40 kΩ УШЯИ.465214.003. Нагрузка 140 kΩ УШЯИ.465214.003-02. Нагрузка 330 pF УШЯИ.465214.003-03. Конденсатор К78-2-1000 nФ $\pm 10 \%$ ОЖ0.461.112 ТУ.</p>	да	нет

Продолжение таблицы 1.1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Наименование и тип эталонов и вспомогательных средств поверки, их метрологические и основные технические характеристики	Проведение операции при	
			первичной поверке	периодической поверке
- определение коэффициента нелинейных искажений режиме воспроизведения напряжения переменного тока	5.4.5	<p>Измеритель нелинейных искажений СК6-13:</p> <ul style="list-style-type: none"> - диапазон измерения коэффициентов гармоник от 0,003 % до 100 %; - диапазон частот от 10 Гц до 120 кГц; - предел измерения коэффициента гармоник 0,01; 0,1; 1 %; - погрешность измерения коэффициента гармоник $\pm 0,1$ от верхнего значения предела. <p>Магазин сопротивлений Р4830/1:</p> <ul style="list-style-type: none"> - класс точности $0,05/2,5 \cdot 10^{-5}$; - диапазон значений воспроизводимого сопротивления от 0,01 до 12222,21 Ом. <p>Нагрузка 40 kΩ УШЯИ.465214.003</p> <p>Нагрузка 140 kΩ УШЯИ.465214.003-02</p> <p>Нагрузка 330 pF УШЯИ.465214.003-03.</p> <p>Конденсатор К78-2-1000nФ ± 10 % ОЖ0.461.112 ТУ.</p> <p>Калибратор универсальный Н4-7:</p> <ul style="list-style-type: none"> - воспроизведение напряжения переменного тока: <ul style="list-style-type: none"> - диапазон воспроизведения от 0 до 700 В; - диапазон частот от 0,1 Гц до 1 МГц; - погрешность $\pm(0,004 - 0,25) \%$ 	да	нет

Продолжение таблицы 1.1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Наименование и тип эталонов и вспомогательных средств поверки, их метрологические и основные технические характеристики	Проведение операции при	
			первичной поверке	периодической поверке
- определение основной погрешности воспроизведения силы постоянного тока	5.4.6	<p>Вольтметр универсальный В7-72:</p> <ul style="list-style-type: none"> - диапазоны измерения напряжения постоянного тока 200 мВ, 2 В - пределы допускаемой основной погрешности $\pm(0,0015 - 0,002)\%$. <p>Катушки электрического сопротивления измерительные Р331.</p> <p>Номинальное сопротивление 10 000 Ом, 1000 Ом, 100 Ом, 3 разряд;</p> <p>Катушка электрического сопротивления измерительная Р321</p> <p>Номинальное сопротивление 10 Ом, 1 Ом, 0,1 Ом, 3 разряд</p> <p>Катушка электрического сопротивления измерительная Р310 (2 шт.).</p> <p>Номинальное сопротивление 0,001 Ом, 3 разряд</p>	да	да
- проверка максимального напряжения на нагрузке, определение напряжения шумов и пульсаций при максимальном напряжении на нагрузке при воспроизведении силы постоянного тока на диапазонах 2, 50 А	5.4.7	<p>Вольтметр универсальный В7-72:</p> <ul style="list-style-type: none"> - диапазоны измерения напряжения постоянного тока 200 мВ, 2 В; - пределы допускаемой основной погрешности $\pm(0,0015 - 0,002)\%$. <p>Вольтметр переменного тока В3-60:</p> <ul style="list-style-type: none"> - диапазон измерения от 10 мкВ до 1000 В; - поддиапазоны с верхними пределами 10, 100 мВ; - диапазон частот от 20 Гц до 100 кГц. - погрешность $\pm (0,1 - 0,3)\%$. <p>Катушка электрического сопротивления измерительная Р310 (2 шт.).</p> <p>Номинальное сопротивление 0,001 Ом, 3 разряд.</p> <p>Катушка электрического сопротивления измерительная Р321.</p> <p>Номинальное сопротивление 0,1 Ом 3 разряд</p> <p>Нагрузка 2,5 Ω УШЯИ.465214.003-04</p> <p>Провод УШЯИ.685612.114</p>	да	нет

Продолжение таблицы 1.1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Наименование и тип эталонов и вспомогательных средств поверки, их метрологические и основные технические характеристики	Проведение операции при	
			первичной поверке	периодической поверке
- определение основной погрешности воспроизведения силы переменного тока	5.4.8	<p>Вольтметр универсальный В7-72:</p> <ul style="list-style-type: none"> -диапазон измерения силы переменного тока от 10 мА до 2 А в диапазоне частот от 20 Гц до 5 кГц - пределы допускаемой основной погрешности $\pm(0,15 - 0,4) \%$ <p>Вольтметр переменного тока В3-60:</p> <ul style="list-style-type: none"> - диапазон измерения от 0,1 мВ до 10 В; - поддиапазоны с верхними пределами 10, 100 мВ, 1, 10 В; - диапазон частот от 20 Гц до 100 кГц; - погрешность $\pm(0,1 - 0,3) \%$. <p>Калибратор универсальный Fluke 5720A:</p> <p>Воспроизведение:</p> <ul style="list-style-type: none"> - U_+ от 2 мкВ до 1000 В, погрешность $\pm(0,00035 - 0,015) \%$; - U_- от 1 мВ до 700 В, погрешность $\pm(0,03 - 0,3) \%$; - F от 10 Гц до 1 МГц; - I_+ от 0,2 мкА до 2 А, погрешность $\pm(0,005 - 0,18) \%$; - I_- от 9 мкА до 2 А, погрешность $\pm(0,013 - 0,03 \%)$; - F от 10 Гц до 10 кГц. <p>Калибратор универсальный Н4-7:</p> <ul style="list-style-type: none"> - воспроизведение силы переменного тока в диапазоне от 0,1 нА до 2 А; - диапазон частот от 0,1 Гц до 10 кГц; - погрешность $\pm(0,02 - 0,5) \%$ <p>Амперметр переменного тока ЦА8500:</p> <ul style="list-style-type: none"> - диапазон измерений 0 - 2,5; 0 - 5; 0 - 10; 0 - 20; 0 - 50 А; - диапазон частот от 45 до 1000 Гц; - погрешность 0,1 %. <p>Магазин сопротивлений Р4830/1:</p> <ul style="list-style-type: none"> - класс точности $0,05/2,5 \cdot 10^{-5}$; - диапазон значений воспроизводимого сопротивления от 0,01 до 12222,21 Ом. 	да	да

Продолжение таблицы 1.1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Наименование и тип эталонов и вспомогательных средств поверки, их метрологические и основные технические характеристики	Проведение операции при	
			первой поверке	периодической поверке
- проверка максимального напряжения на нагрузке на диапазонах 2, 50 А при воспроизведении силы переменного тока, определение коэффициента нелинейных искажений силы переменного тока	5.4.9	<p>Вольтметр универсальный В7-72:</p> <ul style="list-style-type: none"> - измерение силы переменного тока от 10 мА до 2 А в диапазоне частот от 20 Гц до 5 кГц; - пределы допускаемой основной погрешности $\pm(0,15 - 0,4) \%$. <p>Калибратор универсальный Fluke 5720A:</p> <p>Воспроизведение:</p> <ul style="list-style-type: none"> - U_0 от 2 мкВ до 1000 В, погрешность $\pm(0,00035 - 0,015) \%$; - U_0 от 1 мВ до 700 В, погрешность $\pm(0,03 - 0,3) \%$; - F от 10 Гц до 1 МГц; - I_0 от 0,2 мкА до 2 А, погрешность $\pm(0,005 - 0,18) \%$; - L от 9 мкА до 2 А; - F от 10 Гц до 10 кГц; погрешность $\pm(0,013 - 0,03) \%$. <p>Амперметр переменного тока ЦА8500:</p> <ul style="list-style-type: none"> - диапазон измерений 0 - 2,5; 0 - 5; 0 - 10; 0 - 20; 0 - 50 А; - диапазон частот от 45 до 1000 Гц; - погрешность 0,1 %. <p>Нагрузка 0,008 Ω УШЯИ.465214.004.</p> <p>Нагрузка 1,5 Ω УШЯИ.465214.003-05.</p> <p>Измеритель нелинейных искажений СК6-13:</p> <ul style="list-style-type: none"> - диапазоны измерения коэффициентов гармоник от 0,003 % до 100 %; - диапазон частот от 10 Гц до 120 кГц; - предел измерения коэффициента гармоник 0,01; 0,1; 1 %; - погрешность измерения коэффициента гармоник $\pm 0,1$ от верхнего значения предела. 	да	нет
- проверка диапазона и определение погрешности установки частоты воспроизводимых напряжения переменного тока и силы переменного тока	5.4.10	<p>Частотомер ЧЗ-63:</p> <ul style="list-style-type: none"> - диапазон от 0,1 Гц до 200 МГц; - относительная погрешность измерения $\text{частоты } \pm (5 \cdot 10^{-7} + \frac{1}{f_{\text{изм}} \cdot t_{\text{сч}}})$ <p>где $f_{\text{изм}}$ - измеряемая частота, Гц; $t_{\text{сч}}$ - время счета, с.</p>	да	нет

Примечания

1 При проведении поверки разрешается применять другие средства поверки, обеспечивающие измерение соответствующих параметров с требуемой точностью.

Средства измерения, используемые для поверки, должны быть поверены в органах метрологической службы, аккредитованных в данном виде деятельности.

2 Требования к квалификации поверителей

2.1 Проверка калибратора должна осуществляться непосредственно поверителями, которые подтвердили компетентность данного вида поверочных работ в соответствии с ТКП 8.003-2011.

2.2 Поверители должны пройти инструктаж по технике безопасности и иметь удостоверение на право работы на электроустановках с напряжением до 1000 В с группой допуска не ниже III по электробезопасности в соответствии с ТКП 181-2009 «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Межотраслевыми правилами по охране труда при работе в электроустановках».

3 Требования безопасности

3.1 При подготовке и проведении проверки калибратора должны соблюдаться требования безопасности, указанные в руководстве по эксплуатации УШЯИ. 411648.004 РЭ.

3.2 По требованиям к электробезопасности калибратор относится к классу защиты I ГОСТ 12.2.091-2012. Заземление корпуса калибратора обеспечивается через двухполюсную вилку с заземляющим контактом.

3.3 Калибратор является источником опасного напряжения до 1000 В. Оповещение оператора о возможном опасном напряжении осуществляется символом  в зоне гнезд U_{hi1} , U_{hi2} .

3.4 В процессе эксплуатации и ремонта воспрещается:

- проводить замену деталей под напряжением;
- оставлять без надзора калибратор под напряжением.

3.5 Калибратор не оказывает вредного воздействия на окружающую среду при соблюдении правил эксплуатации, изложенных в руководстве по эксплуатации.

4 Условия поверки и подготовка к поверке

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- | | |
|-----------------------------------|--|
| - температура окружающего воздуха | (20 ± 5) °C; |
| - относительная влажность воздуха | от 30 % до 80 %; |
| - атмосферное давление | от 84 до 106 кПа
(от 630 до 795 мм рт.ст.); |
| - напряжение питающей сети | (230 ± 23) В; |
| - частота питающей сети | ($50 \pm 0,5$) Гц. |

4.2 Перед проведением поверки калибратор выдержать в условиях, установленных в 4.1 не менее 4 ч.

4.3 Средства поверки выдержать в условиях, оговоренных для проведения поверки, и подготовить к работе в соответствии с их эксплуатационной документацией.

4.4 При подготовке к поверке калибратора должны быть выполнены подготовительные работы, указанные в руководстве по эксплуатации.

4.5 Калибратор обеспечивает работоспособность через 1 мин после включения, а метрологические характеристики – через 1 ч.

5 Проведение поверки

5.1 Внешний осмотр

5.1.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие поверяемого калибратора следующим требованиям:

- наличие в комплекте соединительных проводов, нагрузок;
- наличие и прочность крепления органов управления, четкость фиксации их положения, наличие вставок плавких;
- отсутствие механических повреждений;
- исправность гнезд, четкость маркировки калибратора.

Калибратор, имеющий дефекты, признается непригодным и направляется в ремонт.

5.2 Проверка электрической прочности изоляции

5.2.1 Проверку электрической прочности изоляции проводят в нормальных условиях применения по ГОСТ 12.2.091-2012 с помощью установки высоковольтной измерительной (испытательной) УПУ-21 следующим образом:

- подают испытательное напряжение между соединенными вместе питающими штырями и корпусным штырем вилки сетевой, начиная со значения 230 В (сетевой выключатель должен быть включен);
- увеличивают испытательное напряжение до значения 1,35 кВ плавно или равномерно ступенями за время от 5 до 10 с.

Изоляция должна находиться под полным испытательным напряжением в течение 1 мин.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если при проверке прочности изоляции не произошло пробоя или поверхностного перекрытия. Появления "коронного" разряда или предшествующего ему шума не является признаком неудовлетворительного качества изоляции.

5.3 Опробование

5.3.1 Опробованием калибратора является проверка способности калибратора воспроизводить напряжение постоянного тока, напряжение переменного тока, силы постоянного тока и силы переменного тока на каждом диапазоне в верхней конечной точке.

Включают калибратор, устанавливают поочередно необходимый режим и диапазон воспроизведения, устанавливают воспроизведение верхнего конечного значения напряжения или тока, наблюдают за появлением информации «ВЫДАНО» (при воспроизведении тока до 2 А необходимо закоротить клемму «ВЫХОД 2», при воспроизведении тока до 50 А - клемму «ВЫХОД 3»).

Результаты опробования считают удовлетворительными, если информация «ВЫДАНО» появляется при проверке каждого диапазона.

Неисправный калибратор признают непригодным и направляют в ремонт.

5.4 Определение метрологических характеристик

5.4.1 Определение основной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока осуществляется путем измерения выходного напряжения калибратора вольтметром В7-72, предварительно откалиброванного для межпроверочного интервала 24 ч следующим образом:

- собирают схему измерения без нагрузки R_Н в соответствии с рисунком 5.1. В условиях повышенной электромагнитной обстановки рекомендуется дополнительно заземлять калибратор через клемму « »;

- устанавливают на выходе поверяемого калибратора напряжение в соответствии с таблицей 5.1, фиксируют для каждого из них показания вольтметра В7-72 и вычисляют погрешность воспроизведения напряжения ΔU , В, по формуле

$$\Delta U = U - U_{изм.}, \quad (1)$$

где U - воспроизведенное напряжение, В;
 $U_{изм.}$ - показание вольтметра, В.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если основная погрешность калибратора не превышает значений, указанных в таблице 5.1.

Таблица 5.1

U_k	Проверяемая точка	Пределы допускаемой основной погрешности,
		$\pm \Delta$
200 мВ	± 000.02	6 мкВ
	± 50.000	12 мкВ
	± 100.00	18 мкВ
	± 150.00	24 мкВ
	± 200.00	30 мкВ
2 В	± 0.0010	40 мкВ
	± 0.5000	80 мкВ
	± 1.0000	120 мкВ
	± 1.5000	160 мкВ
	± 2.0000	200 мкВ
20 В	± 00.010	0,4 мВ
	± 5.0000	0,8 мВ
	± 10.000	1,2 мВ
	± 15.000	1,6 мВ
	± 20.000	2,0 мВ
200 В	± 001.00	6,12 мВ
	± 050.00	12 мВ
	± 100.00	18 мВ
	± 150.00	24 мВ
	± 200.00	30 мВ
1000 В	± 0010.0	32 мВ
	± 0250.0	80 мВ
	± 0500.0	130 мВ
	± 0750.0	180 мВ
	± 1000.0	230 мВ

5.4.2 Проверку максимального тока нагрузки, определение напряжения шумов и пульсаций в режиме воспроизведения напряжения постоянного тока проводят следующим образом:

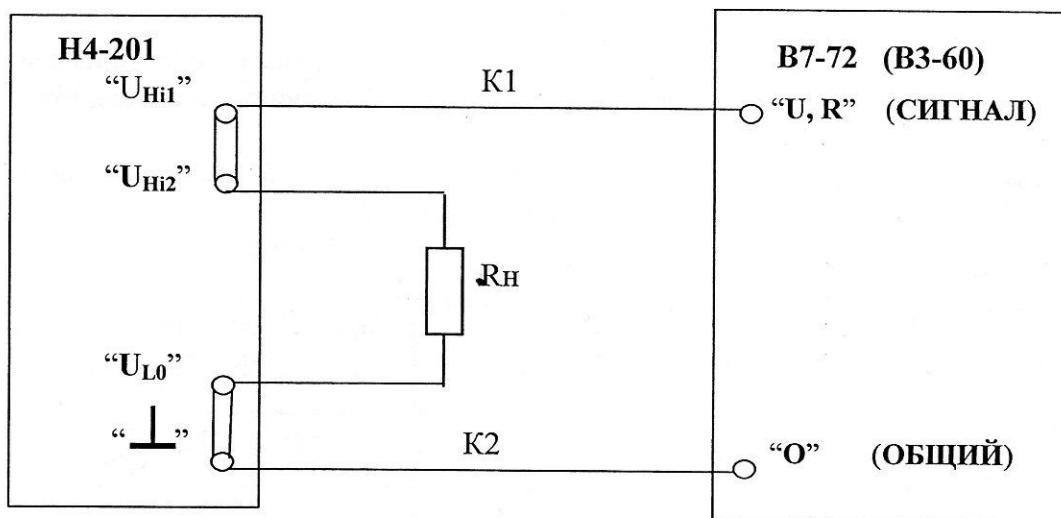
- собирают схему измерения в соответствии с рисунком 5.1, при этом в качестве сопротивления нагрузки (R_h) используют магазин сопротивлений Р4830/1 или нагрузки $40 \text{ k}\Omega$ и $200 \text{ k}\Omega$ (из комплекта поставки);
- калибратор включают на диапазон 200 мВ, устанавливают на выходе калибратора напряжение значением 200 мВ;
- устанавливают значение сопротивления магазина равным 20 Ом;
- определяют основную погрешность калибратора аналогично 5.4.1;
- подключают вольтметр переменного тока В3-60, измеряют напряжение пульсаций.

Аналогичную проверку проводят на диапазонах 2; 20; 200 и 1000 В в точках и при нагрузках, указанных в таблице 5.2.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если основная погрешность калибратора при нагрузке и значение напряжения шумов и пульсаций не превышают значений, указанных в таблице 5.2.

Таблица 5.2

U _k	Проверяемая точка	Сопротивление нагрузки R _H	Пределы допускаемой основной погрешности	Допускаемое значение напряжения шумов и пульсаций, не более, мВ
			± Δ	мВ
200 мВ	+ 200.00	P48301/1 – 20 Ом	30 мкВ	1
	- 200.00			
2В	+ 2.0000	P48301/1 – 200 Ом	200 мкВ	2
	- 2.0000			
20 В	+ 20.000	P48301/1 – 2 кОм	2 мВ	2
	- 20.000			
200 В	+ 200.00	Нагрузка 40 кΩ УШЯИ.465214.003	30 мВ	150
	- 200.00			
1000 В	+ 1000.0	Нагрузка 200 кΩ УШЯИ.465214.003-01	230 мВ	250
	- 1000.0			



H4-201 - проверяемый калибратор;

R_H – магазин сопротивления P4830/1 или нагрузка (тип указан в таблице 5.2);

B7-72 - вольтметр универсальный;

B3-60 – вольтметр переменного тока;

K1, K2 – провода УШЯИ.685611.270-01 и УШЯИ.685611.270 из комплекта поставки.

Рисунок 5.1 - Схема соединения приборов для проверки максимального тока нагрузки, определения напряжения шумов и пульсаций калибратора в режиме воспроизведения напряжения постоянного тока

5.4.3 Определение основной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока проводят методом замещения, при котором выходное напряжение поверяемого калибратора фиксируется цифровым вольтметром переменного тока с высокой разрешающей способностью, после чего к этому вольтметру подключается эталонный калибратор, выходное напряжение которого устанавливается таким образом, чтобы добиться показаний вольтметра, равных зафиксированному результату предыдущего измерения. Измеренное значение напряжения на выходе поверяемого калибратора отсчитывается по индикатору эталонного калибратора.

Проверку выполняют с помощью вольтметра В3-60 и эталонных калибраторов Fluke 5720A и Н4-7 следующим образом:

- на выходе эталонного и поверяемого калибраторов устанавливают напряжение 0,3 мВ, частоту 20 Гц;
- подключают выход поверяемого калибратора к вольтметру В3-60;
- фиксируют показания вольтметра;
- вход вольтметра подключают к выходу эталонного калибратора;
- корректируют выходное напряжение калибратора до получения показаний вольтметра, равных зафиксированному результату предыдущего измерения;
- отсчитывают значение выходного напряжения ($U_{изм}$) поверяемого калибратора по индикатору эталонного калибратора Fluke 5720A;
- вычисляют погрешность воспроизведения ΔU , В, поверяемого калибратора по формуле (1);
- на диапазонах 200 мВ, 2, 20 В повторяют измерения на частотах выходного сигнала 20 Гц; 5, 30, 100 кГц в точках в соответствии с таблицей 5.3 и вычисляют значение погрешности.
- на диапазоне 200 В повторяют измерения на частотах выходного сигнала 20 Гц и 5 кГц в точках в соответствии с таблицей 5.3.
- на диапазоне 750 В повторяют измерения на частотах выходного сигнала 40; 300; 2500 Гц. На данном диапазоне вместо калибратора Fluke 5720A используют калибратор Н4-7 с усилителем напряжения.

Результаты поверки считаю удовлетворительными, если основная погрешность калибратора не превышает значений, указанных в таблице 5.3.

Таблица 5.3

Диапазон	Поверяемая точка	Частота	Пределы допускаемой основной погрешности
			$\pm\Delta$
200 мВ	00,30	20 Гц	0,11 мВ
		5 кГц	0,11 мВ
		30 кГц	0,11 мВ
		100 кГц	0,16 мВ
	050,0	20 Гц	0,15 мВ
		5 кГц	0,15 мВ
		30 кГц	0,15 мВ
		100 кГц	0,225 мВ
	200,0	20 Гц	0,3 мВ
		5 кГц	0,3 мВ
		30 кГц	0,3 мВ
		100 кГц	0,45 мВ

Продолжение таблицы 5.3

Диапазон	Поверяемая точка	Частота	Пределы допускаемой основной погрешности
			$\pm \Delta$
2 В	0,100	20 Гц	1,1 мВ
		5 кГц	1,1 мВ
		30 кГц	1,1 мВ
		100 кГц	1,65 мВ
	1,000	20 Гц	2 мВ
		5 кГц	2 мВ
		30 кГц	2 мВ
		100 кГц	3 мВ
	2,000	20 Гц	3 мВ
		5 кГц	3 мВ
		30 кГц	3 мВ
		100 кГц	4,5 мВ
20 В	01,00	20 Гц	11 мВ
		5 кГц	11 мВ
		30 кГц	11 мВ
		100 кГц	16,5 мВ
	10,00	20 Гц	20 мВ
		5 кГц	20 мВ
		30 кГц	20 мВ
		100 кГц	30 мВ
	20,00	20 Гц	30 мВ
		5 кГц	30 мВ
		30 кГц	30 мВ
		100 кГц	45 мВ
200 В	010,0	20 Гц	115 мВ
		5 кГц	115 мВ
	100,0	20 Гц	250 мВ
		5 кГц	250 мВ
	200,0	20 Гц	400 мВ
		5 кГц	400 мВ
750 В (используется калибратор Н4-7 с усилителем напряжения)	0100	40 Гц	0,52 В
		300 Гц	0,52 В
		2500 Гц	0,52 В
	0200	40 Гц	0,67 В
		300 Гц	0,67 В
		2500 Гц	0,67 В
	0700	40 Гц	1,42 В
		300 Гц	1,42 В
		2500 Гц	1,42 В

5.4.4 Проверку максимального тока нагрузки, способность калибратора работать на емкостную нагрузку при воспроизведении напряжения переменного тока выполняют следующим образом:

- на выход поверяемого калибратора включают параллельно нагрузку активную и емкостную, согласно таблице 5.4;

- определяют аналогично 5.4.3 основную погрешность воспроизведения напряжения на диапазонах 200 мВ; 2; 20 В на частоте 5 кГц и на диапазонах 200; 750 В на частоте 2500 Гц в точках, указанных в таблице 5.4.

Результаты проверки считаю удовлетворительными, если основная погрешность не превышает значений, указанных в таблице 5.4.

Таблица 5.4

Uк	Проверяе мая точка	Частота, кГц	Нагрузка	Пределы допускаемой основной погрешности
				$\pm\Delta$
200 мВ	200.0 мВ	5	Магазин сопротивлений Р4830/1 – 20 Ом К78-2-1000пФ ± 10 % ОЖ0.461.112 ТУ	0,3 мВ
2 В	2.000 В	5	Магазин сопротивлений Р4830/1 – 200 Ом К78-2-1000пФ ± 10 % ОЖ0.461.112 ТУ	3,0 мВ
20 В	20.00 В	5	Магазин сопротивлений Р4830/1 – 2 кОм К78-2-1000пФ ± 10 % ОЖ0.461.112 ТУ	30 мВ
200 В	200.0 В	2,5	Нагрузка 40 кΩ УШЯИ.465214.003; нагрузка 330 pF УШЯИ.465214.003-03	0,4 В
750 В	0700 В	2,5	Нагрузка 140 кΩ УШЯИ.465214.003-02; нагрузка 330 pF УШЯИ.465214.003-03	1,42 В

5.4.5 Коэффициент нелинейных искажений калибратора в режиме воспроизведения напряжения переменного тока измеряют прибором СК6-13 в точках при нагрузках активных и емкостных, указанных в таблице 5.4 и подключенных к выходу калибратора параллельно. Измерения выполняют на диапазонах 200 мВ; 2; 20 В при частотах воспроизведения сигнала 20 Гц; 5; 30; 100 кГц, на диапазоне 200 В при частотах воспроизведения сигнала 20 Гц; 5 кГц и на диапазоне 750 В при частотах воспроизведения сигнала 40; 2500 Гц.

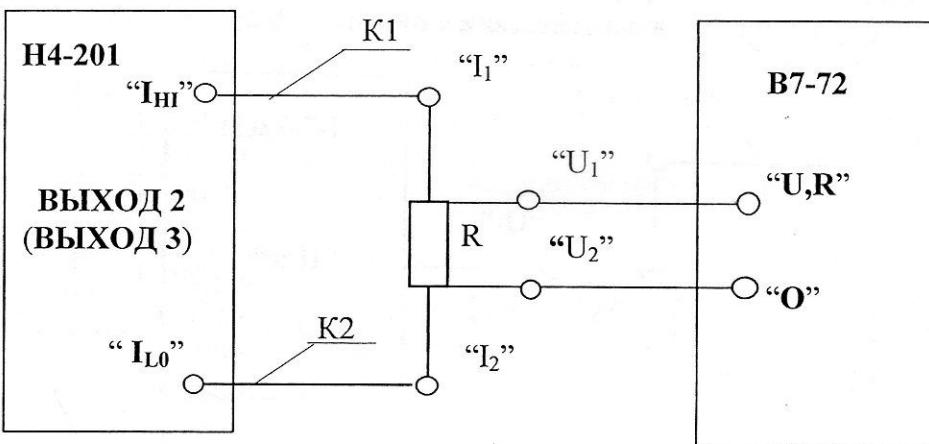
Вход СК6-13 подключают на диапазонах 200 мВ; 2; 20 В к выходу калибратора, а на диапазонах 200; 750 В - к выходу «ДЕЛИТЕЛЬ» нагрузок 40 кΩ, 140 кΩ.

Результаты поверки считаю удовлетворительными, если коэффициент нелинейных искажений не превышает 0,25 % на диапазонах 200 мВ; 2; 20 В и 0,5 % на диапазонах 200 и 750 В.

5.4.6 Определение основной погрешности воспроизведения силы постоянного тока осуществляют методом измерения падения напряжения на эталонной мере сопротивления, через которую пропускается контролируемый ток.

5.4.6.1 Определение основной погрешности воспроизведения силы постоянного тока на диапазонах 200 мА; 2; 20; 200 мА; 2 А и на диапазоне 50 А при токе до 2 А производят следующим образом:

- собирают схему измерения в соответствии с рисунком 5.2;



H4-201 - поверяемый калибратор;

B7-72 - вольтметр универсальный;

R – мера сопротивления (тип указан в таблице 5.5).

K1, K2 – провода УШЯИ.685611.270-01 и УШЯИ.685611.270 из комплекта поставки.

Рисунок 5.2 - Схема соединения приборов для определения основной погрешности воспроизведения силы постоянного тока на диапазонах 200 мА; 2; 20; 200 мА; 2 А и на диапазоне 50 А при токе до 2 А

- вольтметр B7-72 включают в режим измерения напряжения постоянного тока;
- на диапазоне 50 А включают переключатель «50 А», расположенный на задней панели калибратора;
- устанавливают на выходе калибратора силу тока в соответствии с таблицей 5.5;
- измеряют падение напряжения на мере R при подаче тока от поверяемого калибратора в поверяемых точках. Измеренное значение силы тока $I_{изм}$, А, определяют из выражения:

$$I_{изм} = U_{изм} / R, \quad (2)$$

где $U_{изм}$ – показания вольтметра, В;

R – сопротивление меры, Ом.

- вычисляют погрешность воспроизведения силы тока ΔI , А, по формуле

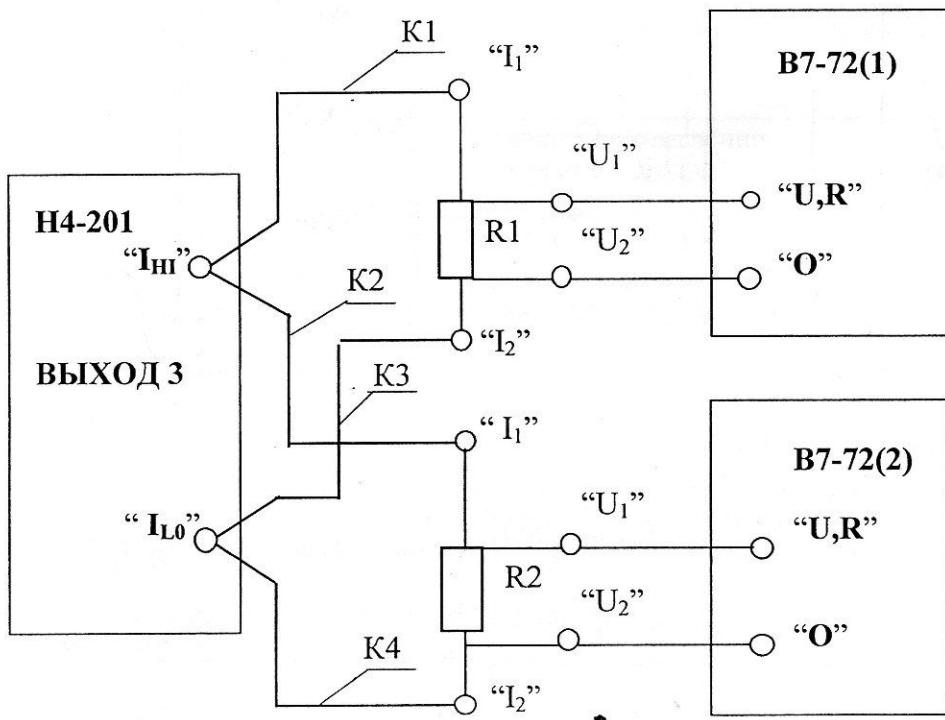
$$\Delta I = I - I_{изм}, \quad (3)$$

где I – воспроизводимый ток, А.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если основная погрешность воспроизведения силы постоянного тока не превышает значений, указанных в таблице 5.5.

5.4.6.2 Определение основной погрешности воспроизведения силы постоянного тока на диапазоне 50 А при токе от 2 до 50 А производят следующим образом:

- собирают схему измерения в соответствии с рисунком 5.3;



H4-201 – поверяемый калибратор;

B7-72(1), B7-72(2) - вольтметры универсальные;

R1, R2 – меры сопротивления Р310 – 0,001 Ом;

K1, K2 - провода УШЯИ.685612.103-01 из комплекта поставки;

K3, K4 - провода УШЯИ.685612.103 из комплекта поставки.

Рисунок 5.3 - Схема соединения приборов для определения основной погрешности воспроизведения силы постоянного тока на диапазоне 50 А при токе от 2 до 50 А.

- вольтметры B7-72 включают в режим измерения напряжения постоянного тока на диапазоне 200 мВ;

- включают переключатель «50 А», расположенный на задней панели калибратора;

- устанавливают на выходе калибратора силу тока в соответствии с таблицей 5.5;

- измеряют падение напряжения на мерах R1 и R2 при подаче тока от поверяемого калибратора. Измеренное значение силы тока $I_{изм}$, А, определяют из выражения:

$$I_{изм} = U_{изм.1} / R_1 + U_{изм.2} / R_2 \quad (4)$$

где $U_{изм.1}$ и $U_{изм.2}$ - показания вольтметров B7-72(1) и B7-72(2), В;

R_1 , R_2 - сопротивление мер R1 и R2, Ом.

- вычисляют погрешность воспроизведения силы тока ΔI , А, по формуле (3).

Допускается использовать один вольтметр B7-72, переключая его с R1 на R2.

Результаты поверки считаю удовлетворительными, если основная погрешность воспроизведения силы постоянного тока не превышает значений, указанных в таблице 5.5.

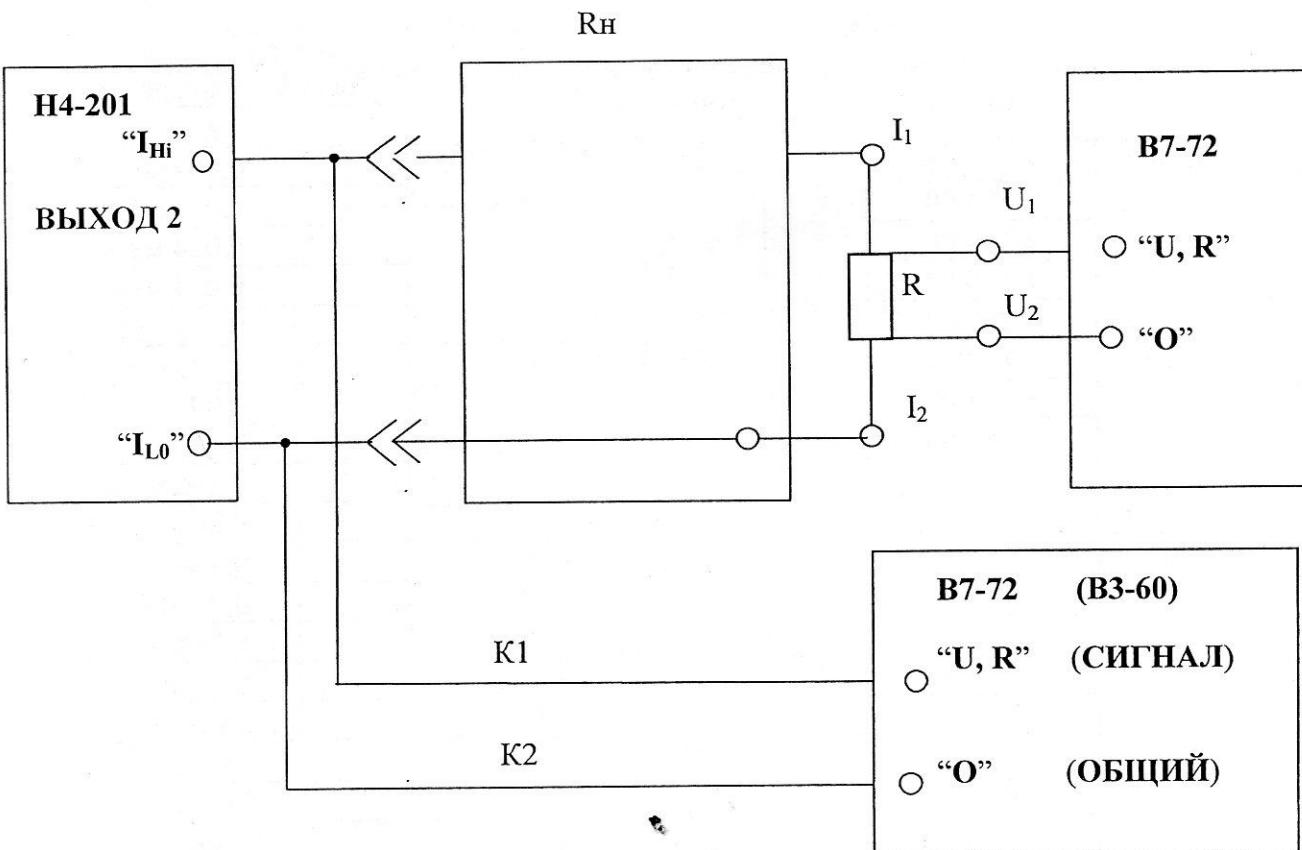
Таблица 5.5

I _k	Поверяемая точка	Тип и номинал меры сопротивления	Пределы допускаемой основной погрешности
			$\pm \Delta$
200 мА	± 000.03	P331, 10000 Ом	0,004 мА
	± 50.000		0,014 мА
	± 100.00		0,024 мА
	± 150.00		0,034 мА
	± 200.00		0,044 мА
2 мА	± 0.0010	P331, 1000 Ом	0,04 мА
	± 0.5000		0,09 мА
	± 1.0000		0,14 мА
	± 1.5000		0,195 мА
	± 2.0000		0,24 мА
20 мА	± 00.010	P331, 100 Ом	0,4 мА
	± 5.0000		0,9 мА
	± 10.000		1,4 мА
	± 15.000		1,95 мА
	± 20.000		2,4 мА
200 мА	± 000.10	P321, 10 Ом	4 мА
	± 050.00		9 мА
	± 100.00		14 мА
	± 150.00		19,5 мА
	± 200.00		24 мА
2 А	± 0.0010	P321, 1 Ом	40,2 мА
	± 0.5000	P321, 1 Ом	140 мА
	± 1.0000	P321, 0,1 Ом	240 мА
	± 1.5000	P321, 0,1 Ом	340 мА
	± 2.0000	P321, 0,1 Ом	440 мА
50 А	± 01.000	P321, 0,1 Ом	6,5 мА
	± 20.000	P310, 0,001 Ом – 2 шт.,	35 мА
	± 50.000	P310, 0,001 Ом – 2 шт.,	80 мА

5.4.7 Проверку максимального напряжения на нагрузке, определение напряжения шумов и пульсаций при воспроизведении силы постоянного тока проводят на диапазоне 2 А (**ВЫХОД 2**) по методике 5.4.7.1 и на диапазоне 50 А (**ВЫХОД 3**) по методике 5.4.7.2.

5.4.7.1 Проверку максимального напряжения на нагрузке, определение напряжения шумов и пульсаций при воспроизведении силы постоянного тока на диапазоне 2 А (**ВЫХОД 2**) проводят следующим образом:

- собирают схему измерения в соответствии с рисунком 5.4;



H4-201 - поверяемый калибратор;

B7-72 - вольтметр универсальный;

R_h – нагрузка 2,5 Ом УШЯИ.465214.003-04;

R – катушка электрического сопротивления Р321- 0,1 Ом;

B3-60 – вольтметр переменного тока;

K1, K2 – провода УШЯИ.685611.270-01 и УШЯИ.685611.270 из комплекта поставки.

Рисунок 5.4 - Схема соединения приборов для проверки максимального напряжения на нагрузке и определения напряжения шумов и пульсаций калибратора в режиме воспроизведения силы постоянного тока на диапазоне 2 А

- включают поверяемый калибратор в режим воспроизведения силы постоянного тока, диапазон 2 А, устанавливают выходной ток 2 А;
- проверяют вольтметром B7-72 напряжение постоянного тока на **ВЫХОДЕ 2**, значение которого должно быть не менее 5 В;
- определяют аналогично 5.4.6.1 основную погрешность воспроизведения силы постоянного тока 2 А;
- измеряют напряжение пульсаций на **ВЫХОДЕ 2** вольтметром B3-60.
- устанавливают выходной ток минус 2 А, повторяют измерения.

Результаты проверки считают удовлетворительными, если основная погрешность воспроизведения силы постоянного тока ± 2 А при максимальном напряжении на выходе не превышает значений, указанных в таблице 5.5 и напряжение пульсаций не превышает 10 мВ.