

КАЛИБРАТОРЫ И МЕРЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО НАПРЯЖЕНИЯ И СИЛЫ ТОКА, ВЫПУСКАЕМЫЕ ОАО «МНИПИ»

А.С. Ермоленко, М.Г.Фирман

В различных отраслях экономики существует постоянная потребность в электроизмерительных приборах различного функционального назначения, для калибровки и поверки которых необходимы эталонные приборы.

Наиболее эффективными и удобными эталонными приборами для поверки и калибровки средств измерений электрических величин являются калибраторы.

В настоящее время рядом фирм выпускается большое количество калибраторов электрических величин, которые можно условно разделить на две разновидности:

- калибраторы, предназначенные именно для поверки и калибровки средств измерений. Обычно это многофункциональные эталоны, обеспечивающие воспроизведение ряда величин с высокой (зачастую избыточной для многих применений) точностью в широком (зачастую избыточном) диапазоне частот, с высокой степенью автоматизации. При этом основными недостатками этих калибраторов являются сравнительно высокая стоимость и обычно ограниченный диапазон рабочих условий применения – в основном это лабораторные стационарные приборы;

- недорогие портативные калибраторы, предназначенные для воспроизведения ограниченного числа величин в ограниченном диапазоне при сравнительно широком диапазоне рабочих условий эксплуатации (промышленные калибраторы или калибраторы процессов). Ввиду ограниченности диапазонов воспроизведения такие калибраторы неприменимы для поверки большого числа приборов, а применяются в основном для отладки технологических систем (имитации стандартных сигналов датчиков).

В то же время существует потребность в калибраторах, которые сочетают в себе положительные свойства указанных выше калибраторов, а именно:

- обеспечивают воспроизведение наиболее «популярных» электрических величин **в широком диапазоне;**

- пригодны для **поверки (калибровки) большого числа электроизмерительных приборов;**

- не требуют для своего применения создания специальных условий, т.е. обеспечивают свои характеристики **в широком диапазоне условий эксплуатации;**

- доступны по стоимости широкому кругу потребителей в промышленности, в энергетике, на транспорте и в других отраслях;

- обладают сравнительно высокими, но не избыточными метрологическими характеристиками, функциональными возможностями и т.п.

В ОАО «МНИПИ» разработаны и выпускается серийно ряд типов калибраторов, обладающих указанными выше свойствами. Калибраторы предназначены для решения наиболее актуальных измерительных задач, связанных метрологическим обеспечением электроизмерительных приборов.

Калибратор Н4-101 (рис. 1) обеспечивает поверку электроизмерительных приборов (вольтметров, амперметров и т.п.) средней точности, массово применяемых в различных отраслях. Отличительной особенностью калибратора Н4-101 является широкий диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока

(до 1000 В), напряжения переменного тока (до 750 В), **силы** постоянного и переменного тока (до **50 А**).



Рис. 1 Калибратор Н4-101

Основные характеристики калибратора Н4-101 приведены в табл. 1.

Таблица 1

Диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока: от 50 мкВ до 1000 В, поддиапазоны (U_k) 200 мВ; 2; 20; 200; 1000 В. Основная погрешность, (% от U + % от U_k):	U_k 200 мВ	0,03 + 0,005
	U_k 2 В, 20 В	0,02 + 0,003
	U_k 200 В	0,03 + 0,003
	U_k 1000 В	0,05 + 0,006
Диапазон воспроизведения напряжения переменного тока: от 1 мВ до 750 В, (от 40 до 2500 Гц, синус) поддиапазоны (U_k) 200 мВ; 2; 20; 200; 750 В. Основная погрешность, (% от U + % от U_k):	U_k 200 мВ	0,20 + 0,05
	U_k 2 В, 20 В	0,15 + 0,02
	U_k 200 В	0,20 + 0,03
	U_k 750 В	0,20 + 0,08
Диапазон воспроизведения силы постоянного тока: от 0,05 мкА до 50 А, поддиапазоны (I_k) 200 мкА; 2; 20; 200 мА; 2, 50 А. Основная погрешность, (% от I + % от I_k):	I_k 200 мкА	0,05 + 0,005
	I_k 2, 20, 200 мА	0,03 + 0,005
	I_k 2 А	0,05 + 0,005
	I_k 50 А	0,15 + 0,010
Диапазон воспроизведения силы переменного тока: от 10 мкА до 50 А, (от 40 до 2500 Гц, синус) поддиапазоны (I_k) 2; 20; 200 мА; 2, 50 А. Основная погрешность, (% от I + % от I_k):	I_k 2 мА	0,15 + 0,05
	I_k 20, 200 мА	0,15 + 0,03
	I_k 2, 50 А	0,20 + 0,03
Диапазон температур рабочих условий применения	от плюс 5 до плюс 40° С	
Интерфейс	СТЫК С2	
Габариты, масса	540,5x465x184,5 мм, 20 кг.	

Калибратор Н4-201 (рис. 2) по совокупности решаемых измерительных задач, функциональных возможностей и диапазонов воспроизводимых величин близок к прибору Н4-101, однако обеспечивает более высокую точность воспроизведения и имеет более широкий диапазон частот при воспроизведении напряжения переменного тока (табл. 2).



Рис. 2. Калибратор Н4-201

Таблица 2

<p>Диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока: от 20 мкВ до 1000 В, поддиапазоны (U_k) 200 мВ; 2; 20; 200; 1000 В. Основная погрешность, (% от U + % от U_k):</p>	U_k 200 мВ	0,012 + 0,003
	U_k 2 В, 20 В	0,008 + 0,002
	U_k 200 В	0,012 + 0,003
	U_k 1000 В	0,02 + 0,003
<p>Диапазон воспроизведения напряжения переменного тока: от 0,3 мВ до 750 В, (от 20 Гц до 100 кГц, синус) поддиапазоны (U_k) 200 мВ; 2; 20; 200; 750 В. Основная погрешность, (% от U + % от U_k):</p>	в диапазоне 20 Гц ... 30 кГц:	
	U_k 200 мВ, 2, 20 В	0,1 + 0,05
	в диапазоне 30 ... 100 кГц:	
	U_k 200 мВ, 2, 20 В	0,15 + 0,075
	в диапазоне 20 Гц ... 5 кГц:	
	U_k 200 В	0,15 + 0,05
	в диапазоне 25 Гц ... 2,5 кГц:	
	U_k 750 В	0,15 + 0,05
<p>Диапазон воспроизведения силы постоянного тока: от 0,03 мкА до 50 А, поддиапазоны (I_k) 200 мкА; 2; 20; 200 мА; 2, 50 А. Основная погрешность, (% от I + % от I_k):</p>	I_k 200 мкА	0,02 + 0,002
	I_k 2, 20, 200 мА	0,01 + 0,002
	I_k 2 А	0,02 + 0,002
	I_k 50 А	0,15 + 0,010
<p>Диапазон воспроизведения силы переменного тока: от 3 мкА до 50 А, (от 40 до 5000 Гц, синус) поддиапазоны (I_k) 200 мкА.; 2; 20; 200 мА; 2, 50 А. Основная погрешность, (% от I + % от I_k):</p>	I_k от 200 мкА до 2 А	0,05 + 0,012
	I_k 2 А (1...5 кГц)	0,15 + 0,03
	I_k 50 А (до 1000 Гц)	0,20 + 0,03
Диапазон температур рабочих условий применения	от плюс 5 до плюс 40° С	
Интерфейсы	СТЫК С2, USB	
Габариты, масса	540,5x465x184,5 мм, 20 кг	

Сравнительно высокая нагрузочная способность калибраторов Н4-101 и Н4-201 позволяет применять их для поверки различных видов стрелочных приборов (табл. 3).

Таблица 3

	Поддиапазоны	Максимальный ток нагрузки	Максимальное напряжение на нагрузке
Воспроизведение напряжения постоянного тока	200 мВ, 2 В, 20 В	10 мА	
	200 В, 1000 В	5 мА	
Воспроизведение напряжения переменного тока	200 мВ, 2 В, 20 В	10 мА (емкость нагрузки до 1000 пФ)	
	200 В, 1000 В	5 мА (емкость нагрузки до 330 пФ)	
Воспроизведение силы постоянного тока	200 мкА...2 А		5 В
	50 А		1 В
Воспроизведение силы переменного тока	200 мкА...2 А		3 В
	50 А		0,7 В

Основная область применения калибраторов Н4-101 и Н4-201 – поверка и калибровка электроизмерительных приборов в лабораториях и цехах промышленных, энергетических, транспортных предприятий.

Продолжением направления создания калибраторов для поверки средств измерений **непосредственно в местах их применения** стало создание и освоение производства двух новых типов калибраторов **Н4-301 и Н4-301/1**.

Отличительной особенностью этих калибраторов является возможность их эксплуатации в широком диапазоне рабочих условий.

Калибратор Н4-301 (рис. 3) предназначен для эксплуатации как стационарно в заводских (цеховых) лабораториях (при этом для его эксплуатации не требуется создания особых климатических условий), так и в составе подвижных лабораторий измерительной техники.



Рис. 3. Калибратор Н4-301

Основные характеристики калибратора Н4-301 приведены в табл. 4.

Таблица 4

<p>Диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока: от 50 мкВ до 600 В, поддиапазоны (U_k) 200 мВ; 2; 20; 200; 600 В. Основная погрешность (% от U + % от U_k):</p>	U_k 200 мВ	0,07+0,01
	U_k 2 В	0,05+0,005
	U_k 20 В	0,05+0,005
	U_k 200 В	0,07+0,01
	U_k 600 В	0,1+0,02
<p>Диапазон воспроизведения напряжения переменного тока: от 1 мВ до 600 В, поддиапазоны (U_k) 200 мВ; 2; 20; 200; 600 В. Основная погрешность (% от U + % от U_k):</p>	U_k 200 мВ:	
	от 20 Гц до 20 кГц	0,2 + 0,05
	св. 20 до 40 кГц	0,2 + 0,1
	U_k 2; 20 В:	
	от 20 Гц до 20 кГц	0,15+0,02
	св. 20 до 40 кГц	0,2+0,1
	U_k 200 В; 600 В:	
от 40 Гц до 1 кГц	0,2+0,05	
<p>Диапазон воспроизведения силы постоянного тока: от 1 мкА до 5 А, поддиапазоны (I_k) 200 мкА; 2; 20; 200 мА; 2; 5 А. Основная погрешность (% от I + % от I_k):</p>	I_k 200 мкА	0,1 + 0,02
	I_k 2; 20; 200 мА	0,1 + 0,01
	I_k 2 А; 5 А	0,1 + 0,02
<p>Диапазон воспроизведения силы переменного тока: от 10 мкА до 5 А, поддиапазоны (I_k) 200 мкА; 2; 20; 200 мА; 2; 5 А. Диапазон частот от 20 Гц до 1 кГц. Основная погрешность (% от I + % от I_k):</p>		0,15 + 0,05
Интерфейс	USB	
Диапазон рабочих температур	от минус 10 до + 50°C	
Габариты; масса	420×342×184,5 мм; 10 кг	

Калибратор Н4-301/1 (рис. 4) предназначен в основном для поверки (калибровки) приборов средней точности **непосредственно в местах их эксплуатации**.



Рис. 4. Калибратор Н4-301/1

Калибратор Н4-301/1 переносной, выполнен в герметичном ударопрочном пластмассовом корпусе – кейсе. Основные характеристики калибратора приведены в табл. 5.

Таблица 5

Диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока: от 50 мкВ до 600 В , поддиапазоны (U_k) 200 мВ; 2; 20; 200; 600 В. Основная погрешность (% от U + % от U_k):	U_k 200 мВ	0,07+0,01
	U_k 2 В	0,05+0,005
	U_k 20 В	0,05+0,005
	U_k 200 В	0,07+0,01
	U_k 600 В	0,1+0,02
Диапазон воспроизведения напряжения переменного тока: от 1 мВ до 600 В , поддиапазоны (U_k) 200 мВ; 2; 20; 200; 600 В. Основная погрешность (% от U + % от U_k):	U_k 200 мВ:	
	от 20 Гц до 20 кГц	0,2 + 0,05
	св. 20 до 40 кГц	0,2 + 0,1
	U_k 2; 20 В:	
	от 20 Гц до 20 кГц	0,15+0,02
	св. 20 до 40 кГц	0,2+0,1
	U_k 200 В; 600 В:	
от 40 Гц до 1 кГц	0,2+0,05	
Диапазон воспроизведения силы постоянного тока: от 1 мкА до 5 А , поддиапазоны (I_k) 200 мкА; 2; 20; 200 мА. Основная погрешность (% от I + % от I_k):	I_k 200 мкА	0,1 + 0,02
	I_k 2; 20; 200 мА	0,1 + 0,01
Диапазон воспроизведения силы переменного тока: от 10 мкА до 5 А , поддиапазоны (I_k) 200 мкА; 2; 20; 200 мА. Диапазон частот от 20 Гц до 1 кГц. Основная погрешность (% от I + % от I_k):	0,15 + 0,05	
Интерфейс	USB	
Диапазон рабочих температур	от минус 10 до + 50°C	
Габариты; масса	428×327×235 мм; 10 кг	

В настоящее время проводятся работы по модернизации калибраторов Н4-301 и Н4-301/1, направленные в первую очередь на расширение диапазона воспроизведения силы постоянного и переменного тока до 30 – 50 А.

Для обеспечения калибровки и поверки эталонов напряжения постоянного тока, расположенных в местах, отдаленных от крупных метрологических центров, в ОАО «МНИПИ» разработана и выпускается серийно мера напряжения постоянного тока Н4-100. Мера обеспечивает замену нормальных элементов, обеспечивая непрерывное поддержание единицы Вольт с нестабильностью менее (4 – 10) ppm.



Рис. 5. Мера напряжения Н4-100

Характеристики меры приведены в табл. 6.

Таблица 6

Значение воспроизводимого напряжения		1,000 В	1,018 В	10,000 В
Временная не- стабильность:	за 4 часа	1 мкВ		10 мкВ
	за 30 суток	2 мкВ		20 мкВ
	за 90 суток	5 мкВ		30 мкВ
	за 1 год	10 мкВ		40 мкВ
Температурная нестабильность (10 ... 5°C)		3 мкВ		20 мкВ
Выходной ток		-		≥12 мА
Питание: от сети, потребляемая мощность 20 ВА, и от встроенного аккумулятора 6В.				
Габариты, масса:		105x285x360 мм, 6 кг		

В ОАО «МНИПИ» продолжают работы по расширению номенклатуры и совершенствованию характеристик калибраторов. Так, с учетом очевидной потребности в транспортируемых калибраторах, в настоящее время проводится разработка переносного (в кейсе) универсального калибратора для жестких условий эксплуатации, с расширенными функциональными возможностями. При стоимости, близкой к стоимости калибраторов Н4-301, Н4-301/1, этот новый калибратор должен обеспечивать существенно более высокую точность воспроизведения, воспроизведение силы тока до 30 – 50 А, а также обеспечивать поверку средств измерений электрического сопротивления, емкости, частоты, температуры и др.