

КАЛИБРАТОР УНИВЕРСАЛЬНЫЙ

Н4-11

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Часть 1



№ 15981

СОДЕРЖАНИЕ

Лист

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА	3
1.1 Назначение калибратора универсального	3
1.2 Технические характеристики	3
1.2.1 Условия нормирования параметров	3
1.2.2 Воспроизведение напряжения постоянного тока	3
1.2.3 Воспроизведение напряжения переменного тока	4
1.2.4 Воспроизведение силы постоянного тока	5
1.2.5 Воспроизведение силы переменного тока	6
1.2.6 Параметры преобразователя напряжение-ток ПНТ-50	7
1.2.7 Воспроизведение сигналов с амплитудной манипуляцией	7
1.2.8 Общие технические характеристики	9
1.3 Состав комплекта	10
1.4 Устройство и работа	11
1.5 Средства измерения	16
1.6 Маркирование и пломбирование	17
1.7 Упаковка	17
2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ	18
2.1 Подготовка прибора к использованию	18
2.1.1 Меры безопасности	18
2.1.2 Подготовка к работе	18
2.2 Использование прибора и порядок работы	18
2.2.1 Передняя панель калибратора	18
2.2.2 Задняя панель калибратора	18
2.2.3 Индикатор калибратора	19
2.2.4 Клавиатура калибратора	24
2.2.5 Включение калибратора	25
2.2.6 Установка напряжения постоянного тока	30
2.2.7 Установка напряжения переменного тока	30
2.2.8 Установка силы постоянного тока	30
2.2.9 Установка силы переменного тока	31
2.2.10 Установка сигналов с амплитудной манипуляцией	31
2.2.11 Редактирование выходных параметров	32
2.2.12 Использование памяти профилей	34
2.2.13 Отключение выхода калибратора	35
2.2.14 Тестирование	35
2.2.15 Использование интерфейса (режима дистанционного управления)	36
2.2.16 Порядок работы с преобразователем ПНТ-50	40
3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	44
3.1 Общие положения	44
3.2 Общие указания по введению поправочных коэффициентов	44
3.3 Введение цифровых поправочных коэффициентов	45
3.4 Аналоговое калибрование прибора (регулировка)	51
3.5 Требования к средствам калибрования и регулировки прибора	51
4 ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ	52
5 УТИЛИЗАЦИЯ	52
6 МЕТОДИКА ПОВЕРКИ (КАЛИБРОВКИ)	53
6.1 Общие сведения	53
6.2 Операции поверки (калибровки)	53
6.3 Средства поверки (калибровки)	54
6.4 Требования безопасности	55
6.5 Условия поверки (калибровки) и подготовка к ней	55
6.6 Проведение поверки (калибровки)	56
6.7 Оформление результатов поверки (калибровки)	71
Руководство по эксплуатации. Часть 2	

Руководство по эксплуатации калибратора универсального Н4-11 предназначено для изучения прибора, его характеристик, а также правил эксплуатации и применения с целью квалифицированного обращения с прибором при эксплуатации и ремонте.

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА

1.1 Назначение калибратора универсального

1.1.1 Калибратор универсальный Н4-11 предназначен для воспроизведения напряжения и силы постоянного и переменного тока с целью осуществления калибровки (поверки) электроизмерительных приборов на месте их установки за счет высокой мобильности прибора и малого времени установления рабочего режима.

1.2 Технические характеристики

1.2.1 Условия нормирования параметров

1.2.1.1 Приведенные ниже характеристики нормируются:

- в температурном диапазоне от 18 до 28 °С или при температуре $T = T_k \pm 5$ °С, где T_k – температура калибрования. При значениях температуры, за пределами указанного диапазона, погрешность воспроизведения вычисляется как сумма основной и дополнительной температурной погрешностей;

- при нормальном токе нагрузки (при воспроизведении напряжения) и при сопротивлении нагрузки (при воспроизведении тока), не превышающем максимального значения. За пределами указанных норм погрешность воспроизведения вычисляется как сумма основной и дополнительной погрешности, вычисленной на основании нормируемого значения выходного сопротивления прибора.

1.2.2 Воспроизведение напряжения постоянного тока

1.2.2.1 Калибратор обеспечивает воспроизведение напряжения постоянного тока от 0,1 мВ до 600 В с погрешностью, указанной в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Диапазон и основная погрешность в режиме воспроизведения напряжения постоянного тока

Предел (Up)	Диапазон воспроизведения в значениях устанавливаемой шкалы, В	Предел допускаемой основной погрешности при $T=T_k \pm 5$ °С, $\pm(\% \text{ от } U + \% \text{ от } U_p)$, не более
0.2 В	.00010 – 0.20009	0.1 + 0.05
2 В	0.2001 – 2.0009	0.05 + 0.01
20 В	02.001 – 20.009	0.05 + 0.005
200 В	020.01 – 200.09	0.1 + 0.01
600 В	200.1 – 600.0	0.1 + 0.03
Примечание - U – установленное значение напряжения, Up – конечное значение предела		

1.2.2.2 Предел дополнительной температурной погрешности на 10 °С не превышает предела основной погрешности, указанной в таблице 1.1. Предел дополнительной погрешности в условиях повышенной влажности не превышает предела основной погрешности, указанной в таблице 1.1.

1.2.2.3 Среднеквадратическое значение напряжения шумов и пульсаций в полосе частот 10 Гц – 300 кГц на выходе калибратора не превышает значений, приведенных в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Параметры в режиме воспроизведения напряжения постоянного тока

Предел	Напряжения шумов и пульсаций на выходе калибратора, мВ	Выходное сопротивление, Ом, не более	Нормальный ток нагрузки, мА, не более	Максимальный ток нагрузки, мА
0.2 В	1	0.02	5	100
2 В	5	0.02	25	100
20 В	20	0.02	25	100
200 В	200	0.1	25	50
600 В	1000	1	5	10

1.2.2.4 Выходное сопротивление калибратора не превышает значений, приведенных в таблице 1.2.

1.2.2.5 Калибратор обеспечивает защиту от превышения максимального тока нагрузки. Значения нормального и максимального тока нагрузки соответствуют значениям, приведенным в таблице 1.2.

1.2.2.6 Среднее время установления выходного напряжения прибора с нормированной погрешностью не превышает 3 с.

1.2.3 Воспроизведение напряжения переменного тока

1.2.3.1 Калибратор обеспечивает воспроизведение напряжения переменного тока от 1 мВ до 600 В синусоидальной формы в диапазоне частот от 20 Гц до 10 кГц (при воспроизведении напряжения более 150 В – в диапазоне частот от 40 Гц до 1 кГц) с погрешностью, указанной в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Диапазон и основная погрешность в режиме воспроизведения напряжения переменного тока

Предел (U _п)	Диапазон воспроизведения в значениях устанавливаемой шкалы, В	Предел допускаемой основной погрешности при T=T _к ±5 °С, ±(% от U + % от U _п), не более					
		на частотах					
		10 – 20 Гц	20 – 40 Гц	0,04 – 1,2 кГц	1,2 – 10 кГц	10 – 20 кГц	20 – 33 кГц
0.2 В	.00100 – 0.20009	0.3 + 0.1	0.2 + 0.1	0.2 + 0.1	0.2 + 0.1	0.3 + 0.1	0.5 + 0.1
2 В	0.2001 – 2.0009	0.3+0.02	0.2+0.02	0.1+0.02	0.2+0.02	0.3+0.03	0.5+0.05
20 В	02.001 – 20.009	0.3+0.02	0.2+0.015	0.1+0.015	0.2+0.02	0.3+0.03	0.5+0.05
150 В	020.01 – 150.09	0.3+0.02	0.2+0.02	0.1+0.02	0.2+0.02	0.3+0.03	0.5+0.05
600 В	150.1 – 600.0	-	0.3 + 0.1*	0.3 + 0.1	-	-	-

* В диапазоне воспроизведения 150.1 – 330 В на частотах ниже 32 Гц

1.2.3.2 Предел допускаемой дополнительной температурной погрешности на 10 °С не превышает предела основной погрешности, указанной в таблице 1.3.

1.2.3.3 Постоянная составляющая на выходе калибратора и коэффициент гармоник и шумов выходного напряжения не превышает значений, приведенных в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Параметры в режиме воспроизведения напряжения переменного тока

Предел	Постоянная составляющая, мВ, не более	Коэффициент гармоник и шумов, %					Выходное сопротивление, Ом, не более	Нормальный ток нагрузки, мА, не более	Максимальный ток нагрузки, мА
		на частотах, Гц							
		10 – 20	20 – 40	0.04-10 к	10 – 20 к	20 – 33 к			
0.2 В	1	0.5	0.2	0.15 + 0.02·f			0.03	5	100
2 В	1	0.5	0.2				0.03	25	100
20 В	3	0.5	0.2				0.03	25	100
150 В	25	0.5	0.2				0.3	25	50
600 В	1	-	0.5	0.3	-	-	3	5	10

1.2.3.4 Выходное сопротивление калибратора не превышает значений, приведенных в таблице 1.4.

1.2.3.5 Калибратор обеспечивает защиту от превышения максимального тока нагрузки. Значения нормального и максимального тока нагрузки должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 1.4.

1.2.3.6 Погрешность установки частоты выходного напряжения не превышает значения $\pm(0.05 \% \text{ от } F + 0.1 \text{ Гц})$, где F – установленное значение частоты.

1.2.3.7 Среднее время установления выходного напряжения прибора и частоты с нормированной погрешностью не превышает 3 с.

1.2.4 Воспроизведение силы постоянного тока

1.2.4.1 Калибратор обеспечивает воспроизведение силы постоянного тока от 10 мкА до 2 А, с погрешностью, указанной в таблице 1.5. При подключении к калибратору преобразователя ПНТ-50 обеспечивается воспроизведение силы постоянного тока от 2 А до 50 А с погрешностью, указанной в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Диапазон и погрешность в режиме воспроизведения силы постоянного тока

Предел (I _п)	Диапазон воспроизведения в значениях устанавливаемой шкалы	Предел допускаемой основной погрешности при T=T _к ±5 °С, $\pm(\% \text{ от } I + \% \text{ от } I_p)$, не более
20 мА	00.000 – 20.009 мА	0.1 + 0.01
200 мА	02.001 – 200.09 мА	0.1 + 0.01
2000 мА	0200.01 – 2000.9 мА	0.1 + 0.01
20 А*	02.001 – 20.009 А	0.25 + 0.025
50 А*	20.01 – 50.00 А	0.25 + 0.1

Примечание – I - установленное значение тока, I_п – конечное значение предела
* Воспроизведение с помощью преобразователя ПНТ-50

1.2.4.2 Предел допускаемой дополнительной температурной погрешности на 10 °С не превышает половины предела основной погрешности, указанной в таблице 1.5.

1.2.4.3 Среднеквадратическое значение напряжения шумов и пульсаций на выходе калибратора в полосе частот 10 Гц - 300 кГц не превышает значений, приведенных в таблице 1.6.

Таблица 1.6 – Параметры в режиме воспроизведения силы постоянного тока

Предел	Ток шумов и пульсаций на выходе калибратора, мА	Выходное сопротивление, кОм	Максимальное сопротивление нагрузки, Ом	Максимальное напряжение на нагрузке, В
20 мА	0.01	100	500	3
200 мА	0.1	10	50	3
2000 мА	1	1	5	3
20 А*	50	0.1	0.5	2
50 А*	150	0.1	0.1	1.5
* На выходе преобразователя ПНТ-50				

1.2.4.4 Значения максимального сопротивления нагрузки и максимального напряжения на нагрузке прибора соответствует значениям, приведенным в таблице 1.6.

1.2.4.5 Среднее время установления выходного тока прибора с нормированной погрешностью не превышает 3 с.

1.2.5 Воспроизведение силы переменного тока

1.2.5.1 Калибратор обеспечивает воспроизведение силы переменного тока от 0.1 мА до 2 А синусоидальной формы в диапазоне частот 20 Гц – 1 кГц с погрешностью, указанной в таблице 1.7. При подключении к калибратору преобразователя ПНТ-50 обеспечивается воспроизведение силы переменного тока от 2 до 50 А синусоидальной формы в том же диапазоне частот.

Таблица 1.7 – Диапазон и погрешность в режиме воспроизведения силы переменного тока

Предел (I _п)	Диапазон воспроизведения в значениях устанавливаемой шкалы	Предел допускаемой основной погрешности при T=T _к ±5 °С, ±(% от I + % от I _п), не более		
		10 – 20 Гц	20 – 1200 Гц	1.2 – 12 кГц
20 мА	00.100 – 20.009 мА	0.3 + 0.05	0.2 + 0.03	0.2 + 0.05 + 0.05·f
200 мА	02.001 – 200.09 мА	0.3 + 0.05	0.2 + 0.03	0.2 + 0.05 + 0.05·f
2000 мА	0200.01 – 2000.9 мА	0.3 + 0.05	0.2 + 0.03	0.2 + 0.05 + 0.05·f
20 А*	02.001 – 20.009 А	0.4 + 0.05	0.25 + 0.03 + 1.5·f	-
50 А*	20.01 – 50.00 А	0.4 + 0.1	0.25 + 0.1 + 1.5·f	-
Примечание – I – установленное значение тока, I _п – конечное значение предела. * Воспроизведение с помощью преобразователя ПНТ-50.				

1.2.5.2 Предел допускаемой дополнительной температурной погрешности тока на 10°C не превышает половины предела основной погрешности, указанной в таблице 1.7.

1.2.5.3 Постоянная составляющая на выходе калибратора и коэффициент гармоник и шумов выходного напряжения не превышает значений, приведенных в таблице 1.8.

1.2.5.4 Выходное сопротивление прибора не превышает значений, приведенных в таблице 1.8.

1.2.5.5 Значения максимального сопротивления нагрузки и максимального напряжения на нагрузке прибора соответствует значениям, приведенным в таблице 1.8.

1.2.5.6 Погрешность установки частоты выходного тока не превышает значения ±(0.05 % от F + 0.1 Гц), где F – установленное значение частоты.

1.2.5.7 Среднее время установления выходного тока прибора и частоты с нормированной погрешностью не превышает 3 с.

Таблица 1.8 – Параметры в режиме воспроизведения силы переменного тока

Предел	Постоянная составляющая, мА	Коэффициент гармоник и шумов, %			Выходное сопротивление, кОм	Максимальное сопротивление нагрузки, Ом	Максимальное напряжение на нагрузке, В
		на частотах, Гц					
		10 – 20 Гц	20 – 1200 Гц	1.2 – 12 кГц			
20 мА	0.005	0.5	0.2	0.2+0.1·f	50**	500	2
200 мА	0.05	0.5	0.2	0.2+0.1·f	5**	50	2
2000 мА	0.5	0.5	0.2	0.2+0.1·f	0.5**	5	2
20 А*	15	0.5	0.2 + 2·f	-	0.025**	0.5	1.5
50 А*	50	0.5		-	0.025**	0.05	1

* На выходе преобразователя ПНТ-50

** На частоте 50 Гц

1.2.6 Параметры преобразователя напряжение-ток ПНТ-50

1.2.6.1 Преобразователь ПНТ-50, входящий в комплект поставки, обеспечивает параметры в соответствии с данными таблицы 1.9.

Таблица 1.9 – Параметры преобразователя ПНТ-50

Номинальный коэффициент передачи	Рабочий диапазон частот	Погрешность коэффициента передачи на постоянном токе	Неравномерность частотной характеристики до 1 кГц	Начальный ток на выходе
10 А/В	0 – 1000 Гц	не более ± 0.15 %	не более ± 1 %	не более ± 5 мА

1.2.7 Воспроизведение сигналов с амплитудной манипуляцией

1.2.7.1 Калибратор обеспечивает возможность установки манипулированных по амплитуде напряжений и токов в следующих режимах:

- воспроизведение напряжения постоянного тока с амплитудной манипуляцией от 0,1 мВ до 200 В с погрешностью, указанной в таблице 1.10;

- воспроизведение напряжения переменного тока с амплитудной манипуляцией от 1 мВ до 150 В синусоидальной формы в диапазоне частот 20 Гц – 10 кГц с погрешностью, указанной в таблице 1.10;

- воспроизведение силы постоянного тока с амплитудной манипуляцией от 10 мкА до 2 А, а с подключенным к калибратору преобразователем ПНТ-50 от 2 до 50 А, с погрешностью воспроизведения, указанной в таблице 1.10.

- воспроизведение силы переменного тока с амплитудной манипуляцией от 0.1 мА до 2 А синусоидальной формы в диапазоне частот 20 Гц – 1 кГц, а с подключенным к калибратору преобразователем ПНТ-50 от 2 А до 50 А в том же частотном диапазоне, с погрешностью воспроизведения, указанной в таблице 1.10.

Таблица 1.10 – Диапазон и погрешность в режиме амплитудной манипуляции

Предел (Уп или Іп)	Диапазон воспроизведения в значениях устанавливаемой шкалы	Предел допускаемой основной погрешности при Т=Тк±5 °С, ±(% от U + % от Іп) или ±(% от I + % от Іп), не более	
Воспроизведение напряжения постоянного тока			
0.2 В	.00200 – 0.20009 В	1 + 0.5	
2 В	0.2001 – 2.0009 В	0.5 + 0.05	
20 В	02.001 – 20.009 В	0.5 + 0.05	
200 В	020.01 – 200.09 В	0.5 + 0.1	
Воспроизведение напряжение переменного тока на частотах			
		20 Гц – 10 кГц	10 – 33 кГц
0.2 В	.00100 – 0.20009 В	1 + 0.15	1.5 + 0.1
2 В	0.2001 – 2.0009 В	1 + 0.1	1.5 + 0.1
20 В	02.001 – 20.009 В	1 + 0.1	1.5 + 0.1
150 В	020.01 – 150.09 В	1 + 0.1	1.5 + 0.1
Воспроизведение силы постоянного тока			
20 мА	00.100 – 20.009 мА	0.5 + 0.1	
200 мА	02.001– 200.09 мА	0.5 + 0.1	
2000 мА	0200.01 – 2000.9 мА	0.5 + 0.1	
20 А*	02.001 – 20.009 А	1 + 0.1	
50 А*	20.010 – 60.000 А	1 + 0.1	
Воспроизведение силы переменного тока на частотах			
		20 – 1200 Гц	1.2 – 12 кГц
20 мА	00.010 – 20.009 мА	0.5 + 0.1	0.5 + 0.1 + 0.05·f
200 мА	02.001– 200.09 мА	0.5 + 0.1	0.5 + 0.1 + 0.05·f
2000 мА	0200.01 – 2000.9 мА	0.5 + 0.1	1 + 0.1 + 0.05·f
20 А*	02.001 – 20.009 А	1 + 0.1 + 1.5·f	-
50 А*	20.010 – 60.000 А	1 + 0.1 + 1.5·f	-
* Воспроизведение с помощью преобразователя ПНТ-50			

* Воспроизведение с помощью преобразователя ПНТ-50

1.2.7.2 Параметры амплитудной манипуляции указаны в таблице 1.11.

Таблица 1.11 – Параметры режимов амплитудной манипуляции

Режим	Обозначение	Частота или период	Заполнения						Масштабный коэффициент
Контроль (установка) амплитуды импульсов постоянного тока и уровня сигнала несущей частоты переменного тока	«M0»	Выключено	100 % (постоянно включено)						1
Симметричный периодический сигнал	«M1»	8 Гц \pm 0.5 %	50 \pm 0.25 %						0.7071
	«M2»	12 Гц \pm 0.5 %	50 \pm 0.25 %						0.7071
Кодо-импульсная последовательность: код «З»	«M3»	1.86 \pm 0.002с (0.538 Гц \pm 0.1 %)	И	П	И	П	И	П	-
			0.35 \pm 0.001 с	0.12 \pm 0.001 с	0.24 \pm 0.001 с	0.12 \pm 0.001 с	0.24 \pm 0.001 с	0.79 \pm 0.001 с	

Продолжение таблицы 1.11

Режим	Обоз- наче- ние	Частота или период	Заполнения				Масштаб- ный коэф- фициент
Кодо-импульсная последо- вательность: код «Ж»	«М4»	1.86±0.002с (0.538 Гц ±0.1 %)	И	П	И	П	-
			0.35±0.001 с	0.12±0.001 с	0.6±0.001 с	0.79±0.001 с	
Кодо-импульсная последо- вательность: код «КЖ»	«М5»	1.86±0.002с (0.538 Гц ±0.1 %)	И	П	И	П	-
			0.3±0.001 с	0.63±0.001 с	0.3±0.001 с	0.63±0.001 с	

Примечание - И – импульс (установленный уровень включен),
П – пауза (установленный уровень выключен).

1.2.7.13 Предел дополнительной температурной погрешности на 10°C не превышает половины предела основной погрешности, указанной в таблице 1.11.

1.2.8 Общие технические характеристики

1.2.8.1 Прибор обеспечивает:

- установку выходного уровня и частоты посредством клавиатуры;
- визуальную индикацию значений и частоты выходного параметра, полярности, размерности показаний, состояния прибора, отказов и ошибок;
- автоматический выбор пределов воспроизведения;
- плавное регулирование выходного напряжения;
- вычисление абсолютной и относительной погрешности проверяемого прибора.

1.2.8.2 Прибор обеспечивает:

а) работу с последовательным интерфейсом по ГОСТ 23675-79 (интерфейс СТЫК С2-ИС), RS-232C (EIA-232E, EIA-232D) при уровне сигналов не менее 5 В на передающих линиях при нагрузке 3 кОм;

б) информационные параметры:

- 1) скорость - 9600 бод (бит/с),
- 2) данные - 8 бит,
- 3) бит «четность» - отсутствует,
- 4) сигнал «СТОП» - 1 бит,

5) принимаемые и передаваемые сигналы - цифры, большие и малые (только принимаемые) латинские буквы, знаки «+» и «-», управляющие символы (коды) «LF», «CR»;

в) прием управляющих данных в виде текстовых строк, содержащих цифровые значения напряжения и частоты, полярность и размерность;

г) выдачу информации о состоянии прибора.

1.2.8.3 Нормальные условия эксплуатации:

- температура окружающего воздуха23±5°C;
- относительная влажность65±15%;
- атмосферное давлениеот 630 до 795 мм рт.ст.;
- напряжение питающей сети220±22 В частотой 50±1 Гц.

1.2.8.4 Рабочие условия эксплуатации:

- температура окружающего воздухаот 5 до 40°C;
- относительная влажностьдо 95% при температуре 25°C;
- атмосферное давлениеот 630 до 800 мм рт.ст.;
- напряжение питающей сети220±22 В частотой 50±2 Гц.

1.2.8.5 Прибор обеспечивает требуемые параметры и характеристики через 1 мин с момента включения.

1.2.8.6 Прибор допускает непрерывную работу в течение времени не менее 24 ч при сохранении электрических параметров в пределах установленных норм.

1.2.8.7 Прибор имеет следующие параметры надёжности:

- средняя наработка на отказ калибратора (и преобразователя) не менее 10000 ч.
- гамма - процентный ресурс прибора (и преобразователя) не менее 10000 ч при $\gamma = 90 \%$.
- гамма - процентный срок службы прибора (и преобразователя) не менее 15 лет при $\gamma = 80 \%$.
- среднее время восстановления работоспособного состояния прибора (и преобразователя) не более 120 мин.

1.2.8.8 Мощность, потребляемая калибратором и преобразователем от сети питания при номинальном напряжении, соответственно не более 120 ВА и 200 ВА.

1.2.8.9 Масса прибора (и преобразователя) не более 10 кг.

1.2.8.10 Габаритные размеры прибора 291 x 120 x 259 мм.

1.3 Состав комплекта

1.3.1 Состав комплекта поставки калибратора приведен в таблице 1.12.

Таблица 1.12 – Состав комплекта поставки прибора Н4-11

Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
КМСИ.411182.012	Калибратор универсальный Н4-11	1	
КМСИ.411582.014	Преобразователь ПНТ-50	1	Расширение диапазона токов от 2 до 50 А
	<u>Запасные части и принадлежности</u>		
КМСИ.685631.036	Соединитель	1	Красный, наконечник – наконечник
КМСИ.685631.036-01	Соединитель	1	Черный, наконечник – наконечник
КМСИ.685631.037	Соединитель	1	Красный, наконечник – штырь
КМСИ.685631.037-01	Соединитель	1	Черный, наконечник – штырь
КМСИ.685631.038	Соединитель	1	Красный, штырь – штырь
КМСИ.685631.038-01	Соединитель	1	Черный, штырь – штырь
ОЮ0.481.005 ТУ	Вставка плавкая ВП2Б-1В 2А 250 В	2	
SCZ-1R	Шнур соединительный	1	Сетевой
КМСИ.323361.021	Футляр	2	Укладочный ящик

Продолжение таблицы 12

Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
КМСИ.411915.143	Транспортная тара	2	
КМСИ.685631.035	Соединитель	1	Красный, наконечник – наконечник ПНТ-50
КМСИ.685631.035-01	Соединитель	1	Черный, наконечник – наконечник ПНТ-50
КМСИ.685631.034	Соединитель	1	Байонет – 2 штыря для подключения ПНТ-50
SCZ-1R	Шнур соединительный	1	Сетевой, ПНТ-50
КМСИ.434159.001	Блок нагрузок	1	
КМСИ.685619.014	Кабель	1	Интерфейса СТЫК С2
КМСИ.323361.021	Футляр	2	Укладочный ящик
КМСИ.411915.143	Транспортная тара	2	
643.16853970.00001-01 31 01 (CD – диск)	Калибратор универсальный Н4-11. Сервисная программа и документация	1	Для автоматизированной поверки стрелочных приборов
<u>Эксплуатационная документация</u>			
КМСИ.411182.011 РЭ	Калибратор универсальный Н4-11. Руководство по эксплуатации. Часть 1	1	
КМСИ.411182.011 РЭ1	Калибратор универсальный Н4-11. Руководство по эксплуатации. Часть 2	1	
КМСИ.411182.011 ФО	Калибратор универсальный Н4-11. Формуляр	1	
<u>Поставка по отдельному заказу</u>			
Меры сопротивления переменного тока (для метрологического обеспечения воспроизведения силы переменного тока)			
КМСИ.434156.034	МС-100	1	100 Ом, I _{max} = 22 мА
КМСИ.434156.034-01	МС-10	1	10 Ом, I _{max} = 220 мА
КМСИ.434156.039	МС-1	1	1 Ом, I _{max} = 2 А
КМСИ.434156.039-03	МС-01	1	0,01 Ом, I _{max} = 50 А
КМСИ.434156.040 ПС	Паспорт	1	

1.4 Устройство и работа

1.4.1 Структурная схема, отражающая устройство базового блока калибратора, приведена на рисунке 1.1. В основе принципа работы схемы калибратора лежит метод стабилизации выходного уровня замкнутой системой авторегулирования. В процессе авторегулирования на выходе калибратора устанавливается напряжение или ток, уровень которого пропорционален уровню опорного напряжения постоянного тока, являющегося главным задающим воздействием. Основой работы системы стабилизации уровня является выравнивание опорного напряжения с сигналом обратной связи. В качестве элемента сравнения выступает усилитель ошибки обратной связи, выходное напряжение регулирует уровень постоянного или переменного тока.

1.4.2 Формирование опорного напряжения производится с помощью цифро-аналогового преобразователя (ЦАП), построенного на принципе широтно-импульсной модуляции (ШИМ) опорного напряжения. Выходное напряжение данного ШИМ-ЦАП может устанавливаться в пределах ± 3 В с 16-разрядной дискретностью (шкала из 65535 точек каждой полярности). Качество выдаваемого напряжения обеспечивается применением интегрального опорного источника с выходным напряжением +3 В, обладающего высокой температурной и долговременной стабильностью. Переключение полярности выходного напряжения ЦАП-ШИМ производится специальным аналоговым ключом, «заземляющим» соответствующим образом выводы «плавающего» опорного источника, и изменением полярности управляющего ШИМ-сигнала. Формирование ШИМ-сигнала производится комбинацией (с помощью функции исключающего «или») двух сдвинутых по фазе сигналов, выдаваемых одним из таймеров микроконтроллера. Частота этих сигналов одинакова и составляет около 84.37 Гц (это и есть частота ШИМ), а сдвиг по фазе между ними задается пропорционально устанавливаемому напряжению.

1.4.3 В режиме воспроизведения напряжения система стабилизирует напряжение на выходных клеммах (на нагрузке). В режиме воспроизведения силы тока также стабилизируется напряжение на входе преобразователя напряжения в ток. В режиме амплитудной манипуляции напряжение стабилизируется на входе модулятора, а погрешность воспроизведения определяется параметрической стабильностью и точностью калибрования коэффициента передачи последующего тракта. Выбор точки стабилизации обеспечивает аналоговый коммутатор - мультиплексор. При воспроизведении сигналов переменного тока в цепь обратной связи включается линейный детектор, а система авторегулирования сравнивает постоянное опорное напряжение с выпрямленным переменным напряжением. Необходимость сравнения сигналов со значительным уровнем переменной составляющей (опорное напряжение также модулировано ШИМ-сигналом) обусловило применение активного фильтра третьего порядка на входе усилителя ошибки. Приведение уровня стабилизированного выходного напряжения к шкале опорного ЦАП, действующей на входе усилителя ошибки, производит масштабный преобразователь обратной связи. Принятое номинальное значение шкалы ЦАП, действующее на мультиплексоре и на входах всех выходных усилителей, приблизительно равно 6.33 В. Точное значение шкалы, учитывающее реальный коэффициент передачи тракта, устанавливается процедурой цифрового калибрования.

1.4.4 Усилитель ошибки, благодаря наличию интегрирующих свойств, обеспечивает устойчивость всей системы авторегулирования. При воспроизведении сигналов постоянного тока усиленное напряжение ошибки подается непосредственно на выходные усилители. При воспроизведении сигналов переменного тока выходной сигнал усилителя ошибки используется для регулирования амплитуды. Благодаря тому, что он подается одновременно на вход опорного напряжения ЦАП синтезатора частоты и на вход аналогового перемножителя, достигается расширение динамического диапазона регулирования. При воспроизведении напряжения постоянного тока на пределе 600 В также используется тракт регулирования переменного напряжения.

1.4.5 Модулятор (для амплитудной манипуляции), включенный на входе выходных усилителей, содержит умножающий ЦАП и управляющий микроконтроллер. В нормальном режиме работы и в режиме непрерывного сигнала («M0») устанавливается коэффициент передачи ЦАП, близкий к единице. При включении одного из режимов амплитудной манипуляции коэффициент передачи ЦАП начинает изменяться в соответствии с программой микроконтроллера, обеспечивающей получение заданной кодо-импульсной или тональной последовательности импульсов (соответствующей сигналам СЦБ железнодорожной автоматики). Временные соотношения амплитудно-манипулированных сигналов определяются микроконтроллером, тактовая частота которого задается микроконтроллером аналогового блока.

1.4.6 Генерирование синусоидального сигнала обеспечивается цифро-аналоговым синтезатором, выполненным на микросхеме типа AD9850 и работающим с тактовой частотой $F_0 = 2.764$ МГц. Точность установки частоты синтезатора определяется точностью ус-

тановки тактовой частоты, задаваемой микроконтроллером аналогового блока. Качество формы выходного сигнала синтезатора обеспечивается применением сглаживающего фильтра высокого порядка, подавляющего высокие частоты и составляющую, равную половине тактовой частоты F_0 . Коэффициент гармоник генератора на частотах до 10 кГц не превышает 0,035 %.

1.4.7 Перекрытие всего диапазона воспроизводимых параметров обеспечивают три выходных каскада:

- низковольтный усилитель, работающий с коэффициентами передачи, близкими к $K = 0.03, 0.3$ и 3.21 и включаемыми соответственно на пределах $0.2, 2$ и 20 В;
- высоковольтный преобразователь, имеющий коэффициенты передачи $K = 33.2$ и 133 и работающий на пределах 200 и 600 В (см. п.1.4.8);
- преобразователь напряжение-ток с коэффициентом передачи $K = 3.11; 31.1; 311$ мА/В, формирующий пределы $20, 200$ и 2000 мА, переключаемые изменением сопротивления токового шунта $R_{ш}$.

1.4.8 Высоковольтный преобразователь содержит усилитель, обеспечивающий выходное напряжение постоянного тока до 200 В и переменного тока до 150 В в полном частотном диапазоне.

Для получения переменного напряжения в диапазоне свыше 150 В на вход этого усилителя подключается повышающий трансформатор. Частотный диапазон в этом случае ограничивается трансформатором и составляет $40 - 1200$ Гц. При этом запрещены все режимы амплитудной манипуляции, потому что трансформатор не обеспечивает передачу импульсов без искажений.

Для получения высокого постоянного напряжения аналоговый блок включается в состояние воспроизведения переменного напряжения с частотой 1 кГц. Усиленное выходное напряжение, снимаемое с трансформатора, выпрямляется и сглаживается активным фильтром. В данном режиме смена полярности выходного напряжения производится переключением полярности высоковольтного выпрямителя.

1.4.9 Управление аналоговым блоком осуществляется подачей команд по последовательной шине от микроконтроллера индикаторной платы, являющимся ведущим (главная ЭВМ) в системе управления. Команды управления подаются на оба ведомых микроконтроллера - аналогового блока и модулятора - и каждый из них выбирает и исполняет свои. Первый устанавливает в необходимое положение реле и аналоговые ключи, а также формирует все тактирующие сигналы. Второй обслуживает только модулирующий ЦАП. По запросу главной ЭВМ производится считывание состояния аналогового блока, сообщение о котором передает микроконтроллер аналогового блока. Даже в то время, когда не происходит изменения значения выходных параметров калибратора, главная ЭВМ с периодичностью $0.5-1$ с запрашивает состояние аналогового блока. Целью этих запросов является определение готовности к приему следующей команды и состояния перегрузки выхода. В то время, когда главный микроконтроллер не занят обслуживанием аналогового блока, он подключает свою последовательную шину к внешнему интерфейсу (если включен режим дистанционного управления).

1.4.10 Расширение диапазона воспроизведения силы тока от 2 до 50 А обеспечивается подключением к базовому блоку калибратора внешнего преобразователя напряжения в ток ПНТ-50, который имеет фиксированный коэффициент передачи $K=10$ А/В. Таким образом, воспроизведение выходного тока в диапазоне от 2 до 50 А обеспечивается установкой на выходе калибратора соответствующего напряжения постоянного или переменного тока в диапазоне от 0.2 до 5 В.

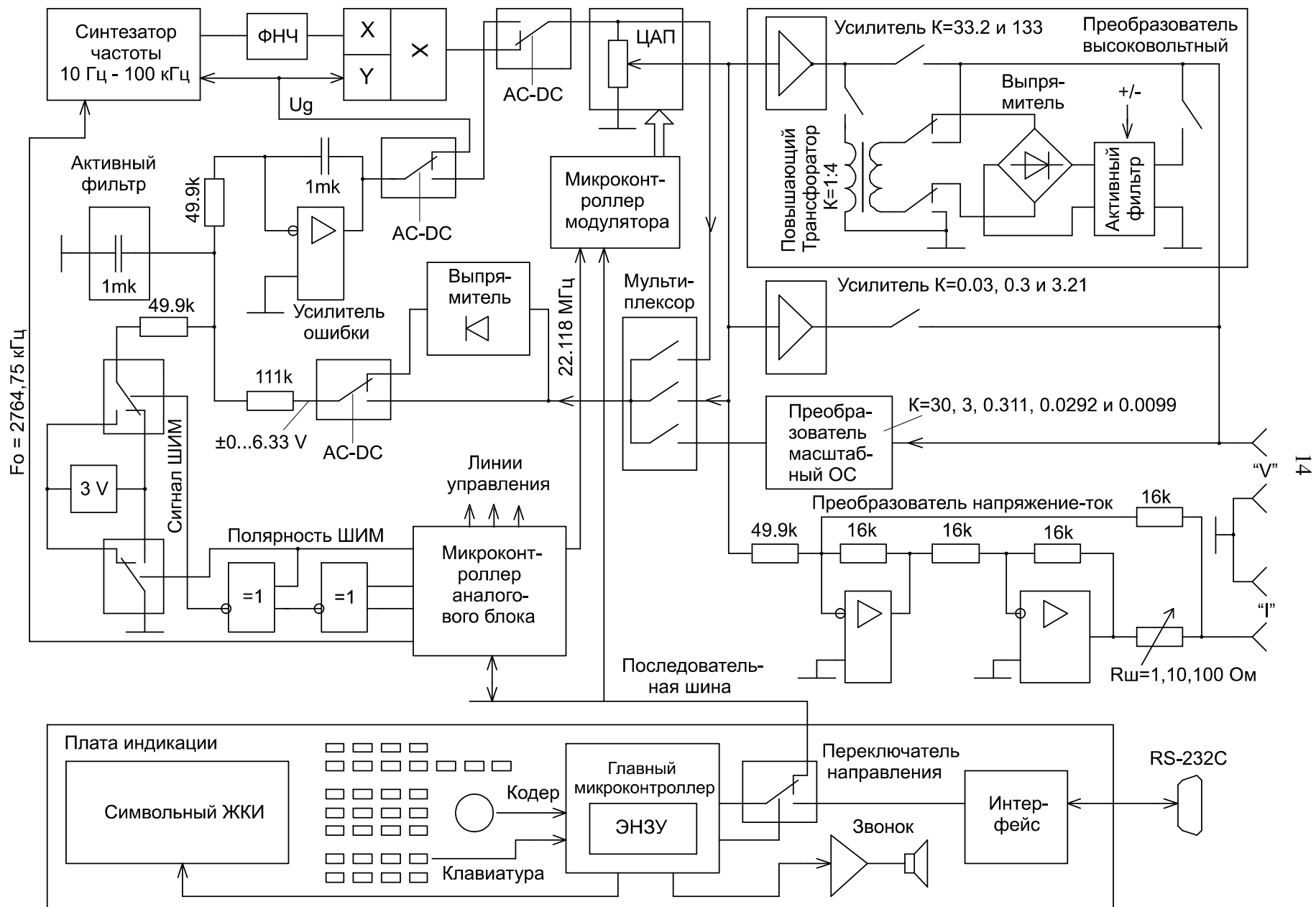


Рисунок 1.1 – Структурная схема калибратора Н4-11

1.4.11 Устройство преобразователя ПНТ-50 иллюстрирует упрощенная схема, показанная на рисунке 1.2. Преобразователь представляет собой усилитель мощности постоянного тока (с полосой до 1 кГц) и глубокой обратной связью по току. Для снижения массы блока преобразователя и рассеиваемой мощности он построен с использованием ключевых импульсных преобразователей. Выходной каскад работает в режиме класса «D», используя принцип широтно-импульсной модуляции. Для питания преобразователя применен также импульсный стабилизированный источник с выходным напряжением +5 В (питание выходного каскада), +12 В (питание драйверов и аналоговой схемы) и минус 12 В (для питания аналоговой схемы). Низкочастотная часть преобразователя – традиционная и содержит:

- усилитель ошибки, осуществляющий сравнение входного напряжения и сигнала обратной связи. Выходное напряжение усилителя ошибки подается на выходной каскад, обеспечивая появление на его выходе требуемого уровня напряжения;
- инструментальный усилитель с коэффициентом передачи $K = 5$, обеспечивающий формирование напряжения обратной связи, «привязанного» к общему проводу, из «плавающего» напряжения, снимаемого с потенциальных клемм токового шунта $R_{ш}$;
- шунт – мощный прецизионный резистор (например, мера сопротивления переменного тока МС-01 из комплекта поставки), включенный в цепь выходного тока последовательно с нагрузкой.

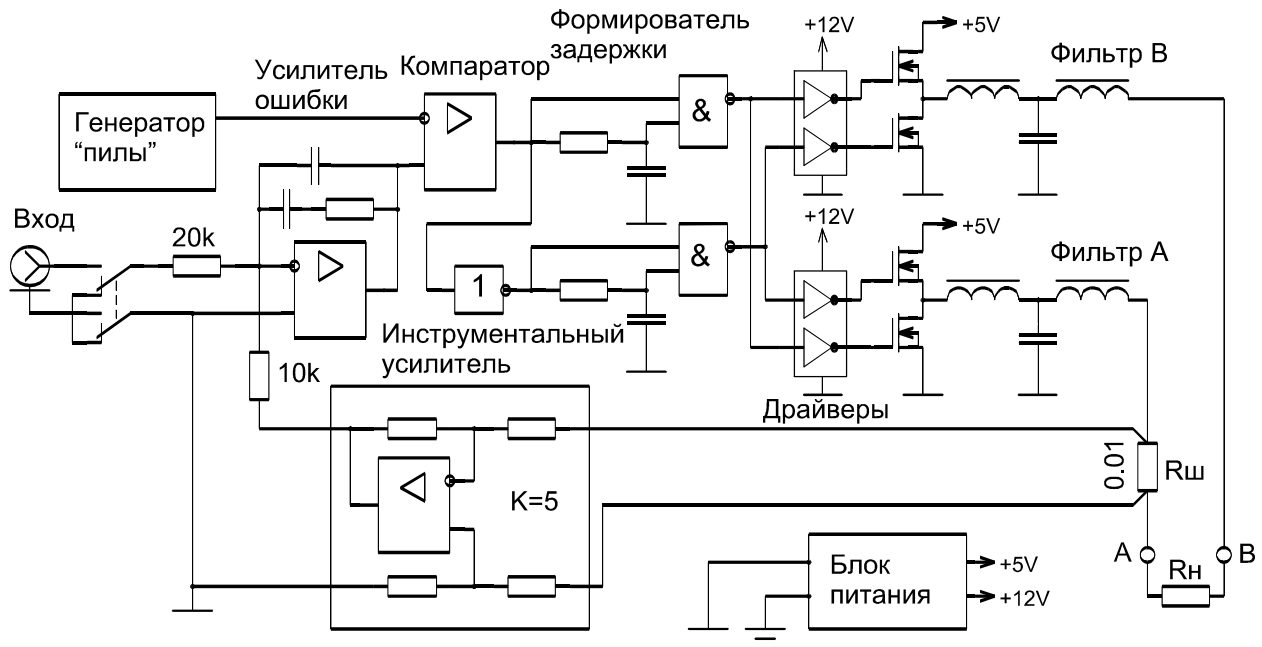


Рисунок 1.2 – Упрощенная схема преобразователя ПНТ-50

1.4.12 Выходной каскад преобразователя выполнен по мостовой схеме и рассчитан на подключение изолированных нагрузок, не имеющих электрической связи как с общим проводом преобразователя (калибратора), так и с «землей» (защитным заземлением). Это необходимо, чтобы эффективно подавлять высокочастотные помехи, возникающие при работе токовых ключей в схеме преобразователя. Таким образом, потенциал выходных клемм преобразователя относительно защитного заземления составляет около +2.5 В (половина напряжения питания выходного каскада). Это главная особенность преобразователя, о которой необходимо помнить при его эксплуатации. **Заземление нагрузки или выходных клемм преобразователя запрещено!**

1.4.13 Два работающих в противофазе выходных каскада выполнены на полевых транзисторах с очень низким сопротивлением открытого канала. Они обеспечивают формирование выходного тока в виде сигнала с широтно-импульсной модуляцией на частоте около 150 кГц. Далее высокочастотные составляющие сглаживаются LC-фильтром низких час-

тот пятого порядка, обеспечивающим подавление несущей частоты и ее высших гармоник более чем на 80 дБ. Частота среза фильтра составляет около 20 кГц и определяет параметры устойчивости системы и полосу частот усиливаемых (преобразуемых) сигналов.

1.4.14 Формирование сигнала широтно-импульсной модуляции производится модулятором (построенном на компараторе), сравнивающим усиленное напряжение ошибки (разность входного напряжения и напряжения обратной связи) с переменным напряжением треугольной формы («пилой»). Следующая за модулятором схема, обеспечивает получение противофазных, не перекрывающихся импульсов, для управления полевыми транзисторами. Формируемая здесь задержка включения полевых транзисторов, обеспечивает исключение возможности появления сквозных токов в выходном каскаде и, как следствие, повышение к.п.д. усилителя. В цепи управления затвором каждого полевого транзистора включена специальная микросхема (драйвер), обеспечивающая как получение амплитуды управляющего сигнала до +12 В, так и значительного импульсного выходного тока для быстрого перезаряда входной емкости полевого транзистора (составляющей около 6000 пФ).

1.4.15 Вследствие наличия в контуре регулирования выходного тока инерционного звена - выходного фильтра низких частот - для обеспечения устойчивости системы в цепи обратной связи усилителя ошибки применена интегрирующе-пропорциональная цепочка. Ее постоянная времени выбрана таким образом, чтобы обеспечить оптимальные частотные свойства преобразователя при сопротивлении нагрузки от 0,01 до 0,05 Ом (не считая сопротивления шунта).

1.4.16 Схема прибора (см. рисунок 1.1) построена таким образом, чтобы обеспечить полное электронное управление всеми аналоговыми устройствами калибратора. Реализация измерительных и калибровочных алгоритмов, а также генерация сигналов управления аналоговым блоком, управление индикатором, клавиатурой и интерфейсом RS-232C осуществляется главным микроконтроллером. Ведомые микроконтроллеры (аналогового блока и модулятора) принимают по последовательной шине команды от главного микроконтроллера (ведущего), вычисляют значения управляющих кодов и загружают их в аналоговые узлы.

1.4.17 Плата индикации содержит все электронные узлы главной ЭВМ:

- энергонезависимое запоминающее устройство (ЭНЗУ) для хранения калибровочных констант), расположенное внутри микроконтроллера;
- четырехстрочный символьный индикатор (20 символов на 4 строках);
- клавиатуру, организованную в виде матрицы 4 x 8 кнопок;
- вращающийся кодовый переключатель для плавного регулирования (в режиме редактирования) выходного параметра;
- схему интерфейса RS-232C;
- схему звуковой сигнализации.

1.4.18 Схема интерфейса изолирована от измерительной схемы прибора на напряжение 500 В с помощью оптронов, не ограничивая возможностей прибора при работе в измерительной системе. Интерфейс, реализованный в приборе, выполнен по пассивной схеме, т. е. его питание осуществляется от передающих линий компьютера («TXD», «DTR», «RTS»). Это обеспечивает работоспособность интерфейса только при подключении к стандартному активному СОМ-порту компьютера. Данное упрощение не приводит к появлению дополнительных ограничений на допускаемую длину линии, определяющую ёмкость нагрузки.

1.5 Средства измерения

1.5.1 Средства измерения, необходимые для поверки, регулировки и технического обслуживания калибратора, приведены в таблице 6.2 раздела 6 «Методика поверки (калибровки)».

1.6 Маркирование и пломбирование

1.6.1 На лицевой панели нанесены наименование и тип прибора, наименование функций кнопочной панели, клемм выходных напряжений и токов.

1.6.2 На задней панели нанесены:

- значение силы тока плавких вставок;
- маркировка ввода сетевого кабеля;
- заводской номер и год изготовления прибора;
- обозначение интерфейсного разъема RS-232.

1.6.3 Пломбирование прибора производится двумя пломбами на боковых стенках, расположенных под декоративными пластинами.

1.7 Упаковка

1.7.1 В состав тары входят:

- транспортный ящик, предназначенный для перевозок прибора на большие расстояния и длительного хранения;
- укладочный ящик (футляр), предназначенный для кратковременного хранения прибора, а также для защиты от механических повреждений при транспортировании к месту эксплуатации. При поставке укладочный ящик находится внутри транспортного и содержит прибор и принадлежности, необходимые для работы с ним.

1.7.2 Распаковывание прибора производится в следующем порядке:

- снять верхнюю крышку ящика транспортного;
- обеспечить доступ к укладочному ящику (футляру);
- извлечь укладочный ящик;
- снять с укладочного ящика оберточную бумагу;
- извлечь прибор и принадлежности из укладочного ящика.

1.7.3 Повторное упаковывание прибора выполняется в следующей последовательности:

- поместить прибор и принадлежности в укладочный ящик;
- поместить укладочный ящик в полиэтиленовый пакет. Во избежание накопления влаги упаковку рекомендуется проводить в помещении с нормальным уровнем влажности;
- обернуть укладочный ящик оберточной бумагой и обвязать шпагатом;
- выстлать транспортный ящик внутри битумной бумагой;
- уложить на дно ящика картон гофрированный, выдержав толщину слоя 40 мм;
- поместить укладочный ящик в упаковку и заполнить пространство с боков и под верхней крышкой гофрированным картоном, обеспечив плотное заполнение;
- закрепить крышку ящика гвоздями;
- обить ящик металлической лентой;
- опломбировать ящик;
- маркировать ящик черной эмалью НЦ-11.

1.7.4 Аналогично упаковывается преобразователь ПНТ-50.

2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

2.1 Подготовка прибора к использованию

2.1.1 Меры безопасности

2.1.1.1 По степени защиты от поражения электрическим током калибратор относится к классу защиты II, а преобразователь ПНТ-50 – к классу защиты I по ГОСТ Р 51350.

2.1.1.2 Источниками опасного напряжения ~220 В, 50 Гц в приборе являются контакты сетевых предохранителей, сетевого выключателя, сетевого разъёма и выводы первичной обмотки сетевого трансформатора.

2.1.1.3 К использованию прибора могут допущены лица, аттестованные для работы с напряжением до 1000 В, прошедшие инструктаж о мерах безопасности при работе с радиоизмерительными приборами и изучившие настоящее руководство по эксплуатации.

2.1.2 Подготовка к работе

2.1.2.1 Разместить прибор на рабочем месте с соблюдением требований удобства и безопасности при эксплуатации.

2.1.2.2 Проверить комплектность прибора и ознакомиться с руководством по эксплуатации.

2.1.2.3 Произвести внешний осмотр прибора и его принадлежностей на отсутствие:

- видимых механических повреждений;
- повреждения изоляции кабелей;
- коррозии корпуса, контактирующих поверхностей присоединительных устройств и принадлежностей.

2.2 Использование прибора и порядок работы

2.2.1 Передняя панель калибратора

2.2.1.1 Передние панели прибора Н4-11 и преобразователя ПНТ-50 представлены на рисунке 2.1.

2.2.1.2 На передней панели калибратора расположены индикатор, выходные клеммы, клавиатура, вращающийся кодовый переключатель и сетевой выключатель.

На выходных клеммах «V» («Hi» и «Lo») воспроизводится напряжение до 600 В. На выходных клеммах «I» («Hi» и «Lo») воспроизводится ток до 2 А. Воспроизведение тока до 50 А обеспечивается с помощью дополнительного блока – преобразователя напряжения в ток ПНТ-50. При этом на вход блока ПНТ-50 подается напряжение с выхода «V» базового блока калибратора.

2.2.2 Задняя панель калибратора

2.2.2.1 На задней панели калибратора расположены:

- входной разъём сетевого кабеля;
- держатели плавких предохранителей;
- разъём интерфейса RS-232C;
- вентиляционная решётка вентилятора.

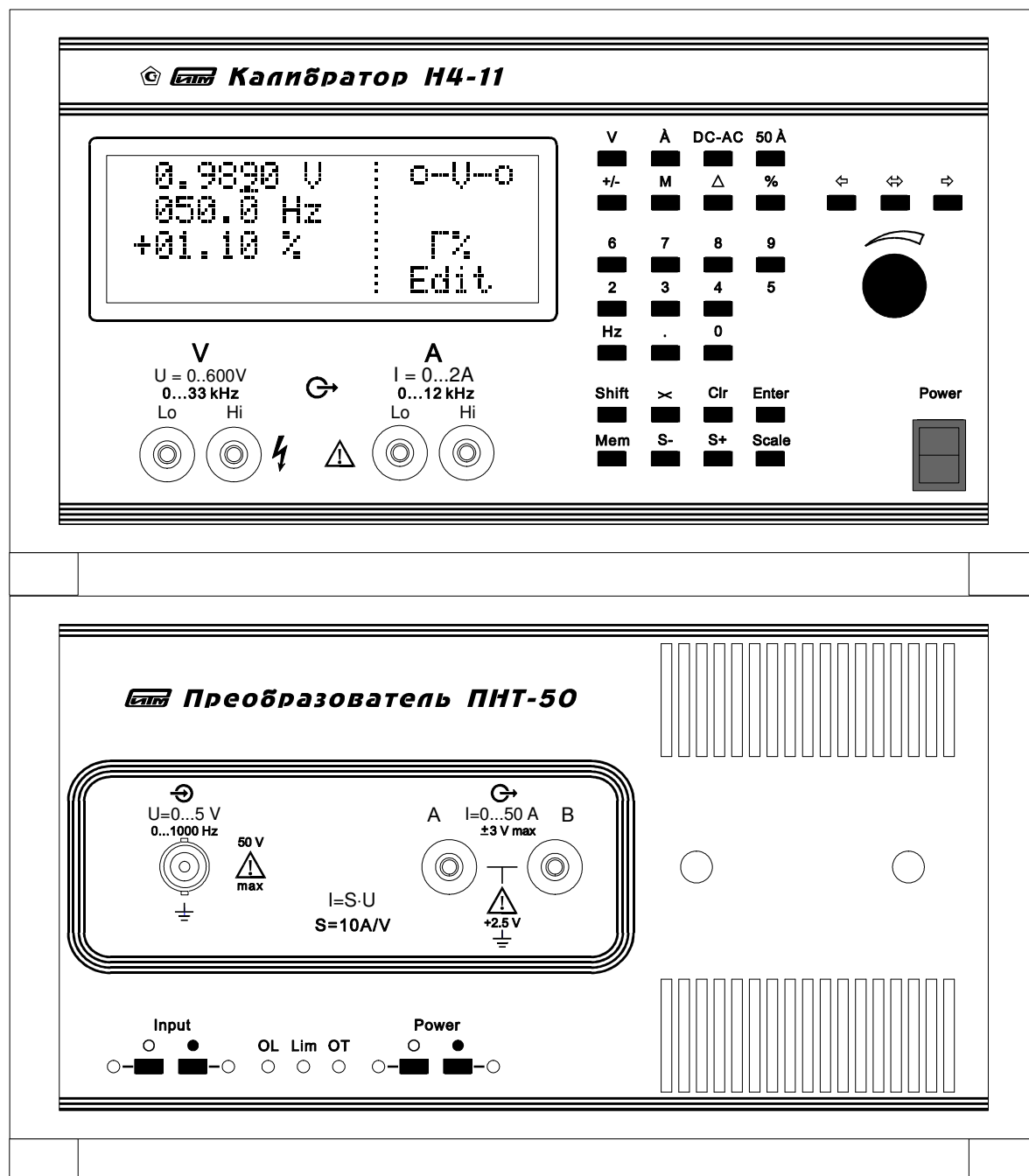


Рисунок 2.1 – Передние панели прибора Н4-11 и преобразователя ПНТ-50

2.2.3 Индикатор калибратора

2.2.3.1 Данные о состоянии прибора и значения выходных параметров отображаются с помощью четырехстрочного символьного жидкокристаллического индикатора. На индикаторе определены восемь полей (А – Н), имеющих различное назначение и обозначенных на рисунке 2.2. Поля индикации разделены вертикальной линией. Справа расположены поля значений цифровых параметров, слева – вспомогательные указатели режимов.

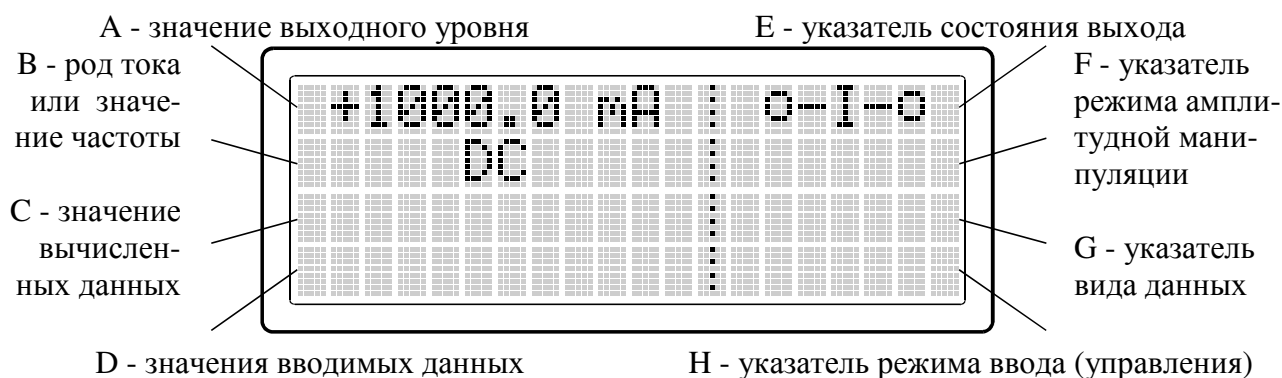


Рисунок 2.2 – Назначение полей индикатора прибора Н4-11

2.2.3.2 Перечень сообщений, выводимых на индикатор, и комментарии к ним приведены в таблице 2.1. Цифровые данные показаны в виде примера. В правой колонке таблицы указан номер поля (от А до Н) или строки (1 – 4), на котором появляется данное сообщение.

Цифровые данные и указатели режимов изменяются одновременно с изменением состояния прибора, вызванным нажатием кнопок или приемом интерфейсной команды.

Информационные сообщения появляются на индикаторе на короткое время и исчезают после устранения причин, вызвавших их, или по истечении заданного времени, или по завершении операции, например, сообщения об ошибках ввода или перегрузке.

Диагностические сообщения, указывающие на неисправность прибора, прерывают его работу и устраняются только оператором нажатием любой кнопки клавиатуры.

Таблица 2.1 – Сообщения индикатора прибора Н4-11

Перечень сообщений, выводимых на индикатор	Комментарии к сообщениям	Поле (строка) индикатора
Цифровые данные		
+10.000 V (пример)	Значение выходного уровня напряжения или тока в формате, определенном включенным пределом (в милливольтках, вольтах, миллиамперах или амперах; на постоянном токе – со знаком полярности выходного напряжения или тока)	А
100.0 Hz (пример)	Частота переменного тока в герцах (килогерцах)	В
+001.23 mA (пример)	Значение вычисленных данных в вольтах (милливольтках) или амперах (миллиамперах) в формате, не связанном с текущим пределом (на постоянном токе учитывается знак выходного напряжения или тока)	С
-00.55 % (пример)	Значение вычисленных данных в процентах со знаком полярности	Д
Sc:10.00 V (пример)	Значение установленной шкалы проверяемого прибора. Отображается с размерностью в вольтах при воспроизведении напряжения или в амперах (миллиамперах) при воспроизведении тока	Д

Продолжение таблицы 2.1

Перечень сообщений, выводимых на индикатор	Комментарии к сообщениям	Поле (строка) индикатора
Указатель состояния выходов		
O===O	Отключены (на выходах установлен нулевой уровень)	E
O-V-O	Уровень напряжения установлен на клеммах «V»	E
O-I-O	Уровень тока установлен на клеммах «I»	E
ПНТ-50	Уровень тока установлен на клеммах ПНТ-50	E
OL	Перегрузка выхода калибратора	E
Указатели режимов амплитудной манипуляции		
(отсутствует)	Выключен (нормальный режим)	F
M0 ---	Непрерывный сигнал (амплитуда)	F
M1 8 Hz	Симметричный сигнал с частотами 8 или 12 Гц	F
M2 12Hz		
M3 "З"	Кодо-импульсной сигнал с последовательно- стью «З», «Ж» или «КЖ»	F
M4 "Ж"		
M5 "КЖ"		
Указатель вида вычисленных данных (в режиме редактирования выхода)		
Δ %	Относительное отклонение выхода (в процен- тах)	G
Δ	Абсолютное отклонение выхода	G
Г%	Относительная погрешность проверяемого при- бора	G
P%-XXXX	Приведенная погрешность проверяемого при- бора	G
Var Frq	Редактирование частоты	G
Указатель режима ввода		
(отсутствует)	Ожидание (нормальный режим клавиатуры)	H
Shift	Ввод второго значения кнопки	H
Edit	Режим редактирования выхода	H
FREdit	Режим редактирования с зафиксированным пре- делом	H
Enter	Режим ввода параметра	H
Remote	Режим дистанционного управления	H
Scale	Сопровождает установку выходного уровня, равного значению шкалы	H
Step-	Сопровождает уменьшение или увеличение выходного уровня на значение ступени	H
Step+		
Rem_XX	Сопровождает установку выхода профилем из памяти или сохранение профиля в памяти	H
Mem_XX		
?	Запрос подтверждения	H

Продолжение таблицы 2.1

Перечень сообщений, выводимых на индикатор	Комментарии к сообщениям	Поле (строка) индикатора
Сообщения рабочего режима		
DC	Режим «Постоянный ток»	B
>1000 %	Перегрузка шкалы при вычислении процентов	C
ERROR!	«Ошибка» – обычно ввода параметра (недопустимое значение). Сопровождается продолжительным звуковым сигналом	D
Waiting AB	Нет сигнала готовности аналогового блока к приему следующей команды	D
RMS	Отображение СКЗ манипулированного сигнала	G
Служебные сообщения		
Calibrator_N4-11 _V1.00_Co2003_	Заголовок, дата и номер версии программы главной ЭВМ. Показывается при включении прибора	2; 3
_Test_CS_EEPROM_	Заголовок программы тестирования ЭНЗУ	2
_Checksum_OK_	Сообщение об успешном тестировании ЭНЗУ	2
Restart	Предупреждение о повторном запуске программы	2
Saving_memory	Сопровождает процесс сохранения профилей	2
Loading_memory	Сопровождает процесс загрузки профилей	2
Cleaning_memory	Сопровождает процесс очистки памяти профилей	2
Begin_Rem_from_0	Сопровождает процесс установки указателя считывания на начало памяти профилей	2
_Init_EEPROM_	Предупреждение о проведении записи исходных значений в ЭНЗУ	3
Rd_EEPROMnnnnnn	Индикатор процесса считывания или записи данных в ЭНЗУ (калибровочных коэффициентов)	3
Wr_EEPROMnnnnnn		
Rdnnnnnnnnnnnn	Индикатор процесса считывания или записи данных в ЭНЗУ (памяти профилей)	3
Wrnnnnnnnnnnnn		
Диагностические сообщения		
_Error_CheckSum_	Ошибка контрольной суммы данных ЭНЗУ	3
_Error_Write_to_EEP_	Обнаружена ошибка при записи данных в ЭНЗУ (калибровочных коэффициентов)	3
Saved_Data_Fault	Обнаружена ошибка при считывании данных из ЭНЗУ (памяти профилей)	3
Waiting AB	Нет сигнала готовности аналогового блока к приему следующей команды	D

Продолжение таблицы 2.1

Перечень сообщений, выводимых на индикатор	Комментарии к сообщениям	Поле (строка) индикатора
Сообщения операций с памятью профилей		
Memory Menu: Begin[0] Clear[1] Save_[2] Load_[3] Info_[4]	Меню. Предлагается выполнить пять операций с памятью профилей по нажатию соответствующих цифровых кнопок: - кнопка [0] - начать считывание профилей с начала (с ячейки с номером 0); - кнопка [1] - очистить содержимое памяти профилей (в оперативной памяти ОЗУ); - кнопка [2] - сохранить содержимое памяти профилей в ЭНЗУ (переписать массив профилей из ОЗУ в ЭНЗУ); - кнопка [3] - считать из ЭНЗУ массив профилей в ОЗУ; - кнопка [4] - отобразить информацию о состоянии памяти профилей	1 - 4
Сообщения информации о состоянии памяти профилей		
Memory Info Max: 42 Used: 12 Num_Rem: 7 Stored: 20 (это пример)	Max – максимальное количество профилей, которое может применено и сохранено. Used – количество профилей, находящихся в ОЗУ. При записи очередного профиля (по нажатии кнопок кнопки [Shift] и [Mem]) этот параметр увеличивается на единицу. Когда емкость памяти исчерпана (записаны 42 значения), следующие профили будут записываться, начиная с нулевой ячейки: данный параметр уже не будет изменяться (останется равным 42). Num_Rem – номер профиля (ячейки), который будет загружен на выход калибратора при следующем нажатии кнопки [Mem] . Значение этого параметра увеличивается при каждом нажатии кнопки [Mem] . Stored – количество профилей, находящихся в ЭНЗУ.	1 - 4
Rem_XX	Сопровождает загрузку очередного профиля из памяти. XX – номер профиля	Н
Mem_XX	Сопровождает сохранение очередного профиля из памяти. XX – номер профиля	Н
Сообщения калибрования		
Calibr_of_Scale >___	Заголовок программы калибрования Запрос разрешающего кода	2, 3
Calibr_of_Scale Cal_Step_N=XX	Программа калибрования на этапе выбора шага калибрования XX (от 0 до 51)	2, 3
Step xx Calibr	Отображение текущего шага калибрования	D, Н
Сообщения при тестировании		
_Key_Board_Test_ Key_XX Rot_RYY или Rot_LYY	Заголовок программы тестирования клавиатуры Номер нажатой кнопки Количество щелчком кодового переключателя	1 - 3
_END_OF_TEST_	Предупреждение об окончании тестирования	4

2.2.4 Клавиатура калибратора

2.2.4.1 Описание кнопок прибора, соответствующее различным состояниям клавиатуры, приведено в таблицах 2.2 – 2.5. На рисунках, помещенных внутри таблиц, темным цветом выполнены кнопки, действующие в данном режиме. Состояние клавиатуры определяется включенным режимом ввода. При включении прибора клавиатура находится в режиме дистанционного управления (обозначается сообщением «Remote» на индикаторе), а прибор ожидает прихода интерфейсной команды. Это позволяет применять калибратор в необслуживаемых оператором системах с автоматическим управлением. В режиме дистанционного управления функционируют только две кнопки – кнопка **X** (включение-выключение выхода) и кнопка **⇒** (выключение интерфейса). При нажатии кнопки **⇒** клавиатура переходит в нормальный режим (см. таблицу 2.2), и прибор ожидает дальнейших управляющих действий с передней панели. Изменение значения выходных параметров или состояния прибора возможно путем введения нового цифрового значения выходного параметра или редактированием текущего выходного уровня или частоты.

2.2.4.2 Переход в режим ввода цифрового значения с клавиатуры начинается с нажатия кнопок от **0** до **9** или кнопки **.** (десятичной точки). При включении этого режима появляется сообщение «Enter» на индикаторе. Выход из режима ввода возможен только по команде принятия введенного значения к исполнению (нажатием кнопки **Enter**) или очисткой (кнопкой **X**). Размерность вводимого цифрового значения определяется режимом воспроизведения. При установке режима воспроизведения напряжения (кнопкой **V**) автоматически устанавливается размерность вводимых данных в вольтах. При установке режима воспроизведения тока устанавливается размерность ввода в миллиамперах (кнопкой **I**) или амперах (кнопкой **50 A**). Далее уже при вводе уровня эту размерность можно изменить кнопками **V** и **I** соответственно. Частота воспроизводимого сигнала может быть введена как в режиме воспроизведения напряжения, так и в режиме воспроизведения тока. Размерность значения вводимой частоты выбирается кнопкой **Hz**. Полярность вводимого уровня выбирается кнопкой **+/-**. Знак полярности при вводе частоты игнорируется. При обнаружении недопустимого сочетания вводимых параметров на индикатор выводится сообщение об ошибке, сопровождаемое продолжительным звуковым сигналом.

2.2.4.3 Плавное регулирование выходного уровня или частоты осуществляется в режиме редактирования с помощью вращающегося кодового переключателя. Одновременно происходит вычисление и отображение значения отклонения выхода от исходного значения или погрешности проверяемого прибора. Включение режима редактирования уровня производится одной из кнопок **←**, **↔**, **⇒**, **Δ**, **%**. Редактирование частоты начинается после нажатия кнопок **Shift**, **Hz**. Далее, перемещая курсор кнопками **←**, **⇒** и вращая кодовый переключатель, устанавливают необходимое значение выходного параметра. Выключение режима редактирования осуществляется кнопками **↔**, **Hz** или **Clr**. Сообщение «Edit» на индикаторе оповещает о состоянии режима редактирования. При редактировании также осуществляется проверка допустимости устанавливаемых параметров и выдается сообщение об ошибке.

2.2.4.4 Некоторые кнопки имеют второе назначение, вызываемое предварительным нажатием кнопки **Shift** в нормальном режиме клавиатуры. Состояние ожидания второго нажатия действует в течение 2,5 с, пока на индикаторе отображается сообщение «Shift». Таким образом включаются редко используемые или вспомогательные режимы.

2.2.4.5 Изменение основных и дополнительных параметров воспроизведения, таких как род тока (постоянный или переменный) и вид амплитудной манипуляции, производится в нормальном режиме работы клавиатуры. При этом также проверяется допустимость действий. При этом включение недопустимых режимов иногда просто блокируется без сообщения об ошибке. Изменение параметров выходного сигнала и включение нового режима работы всегда отображается изменением состояния индикатора.

2.2.5 Включение калибратора

2.2.5.1 Для включения калибратора необходимо выполнить следующие операции:

- включить сетевой кабель в разъем питания на задней панели калибратора;
- включить вилку сетевого шнура в розетку сети электропитания;
- переключить тумблер POWER («сеть») на передней панели калибратора в положение

« I »;

- убедиться в том, что на индикаторе появилось кратковременное сообщение о номере версии программы микро-ЭВМ, и прибор перешел к операции считывания и тестирования данных ЭНЗУ.

2.2.5.2 Дальнейшая работа с прибором возможна только при условии правильности калибровочных констант, используемых в операциях цифрового калибрования при установке выходных уровней и частоты. ЭНЗУ микро-ЭВМ калибратора содержит два блока (массива) калибровочных констант, дублирующих друг друга. После считывания первого блока производится проверка контрольной суммы содержащихся в нем данных. Если сумма данных совпадает с контрольной, то программа переходит к следующему этапу работы. В противном случае считывается второй блок и проверка повторяется. Если обнаруживается неисправность и второго блока данных, программа останавливается и выдает соответствующее сообщение оператору (см. п.2.2.3). Если в этом состоянии нажать любую кнопку, то произойдет инициализация массивов калибровочных констант - будут записаны начальные (единичные) значения и восстановятся признаки исправности ЭНЗУ, однако такой прибор, все равно, нуждается в калибровании. Проведение операций по считыванию и записи ЭНЗУ отображается на индикаторе.


2.2.5.3 Прибор, успешно прошедший проверку исправности ЭНЗУ, готов к работе. На выходе устанавливается значение +1 мВ постоянного напряжения, выход сбрасывается, и прибор находится в состоянии дистанционного управления и ждет прихода интерфейсных команд. Для перехода в ручное управление необходимо нажать кнопку  , продолжить установку требуемых параметров выходного сигнала с клавиатуры.

Таблица 2.2 – Назначение кнопок клавиатуры в нормальном режиме (ожидания ввода)

Отображение действующих кнопок	Маркировка кнопки	Назначение кнопки
<div><div><div>V</div><div>A</div><div>DC-AC</div><div>50A</div></div><div><div>+/-</div><div>M</div><div>Δ</div><div>%</div></div><div><div>6</div><div>7</div><div>8</div><div>9</div></div><div><div>2</div><div>3</div><div>4</div><div>5</div></div><div><div>Hz</div><div>.</div><div>0</div><div>1</div></div><div><div>Shift</div><div>×</div><div>Clr</div><div>Enter</div></div><div><div>Mem</div><div>S-</div><div>S+</div><div>Scale</div></div></div> <div><div>↵</div><div>↔</div><div>⇒</div></div> <div><div></div></div>	V	Включение режима воспроизведения напряжения
	A	Включение режима воспроизведения тока
	DC-AC	Переключение режимов постоянного и переменного тока
	50 A	Включение режима воспроизведения тока
	+/-	Изменение полярности уровня на постоянном токе и переход от переменного тока к постоянному
	M	Выбор режима амплитудной манипуляции
	Δ	Включить режим редактирования с курсором в центре и индикацией абсолютного Δ или относительного % отклонения выхода (погрешности)
	%	
	0 - 9	Начать ввод с цифры или с десятичной точки (включить режим ввода)
	.	
	Shift	Перейти в режим ожидания ввода второго назначения кнопок
	X	Переключение состояния выхода калибратора
	Clr	Очистка индикатора от временных сообщений
	Mem	Считать очередное значение из памяти профилей (см. п. 2.2.12.3)
	S-	Уменьшить или увеличить выходной уровень на одну ступень (см. п. 2.2.11.12)
	S+	
	Scale	Установить уровень, равный шкале (см. п. 2.2.11.13)
	⇐	Включить режим редактирования с курсором соответственно справа, в центре или слева
↔		
⇒		

Примечание – Нажатие остальных кнопок не оказывает действия на состояние калибратора

Таблица 2.3 – Назначение кнопок клавиатуры в режиме ввода с клавиатуры

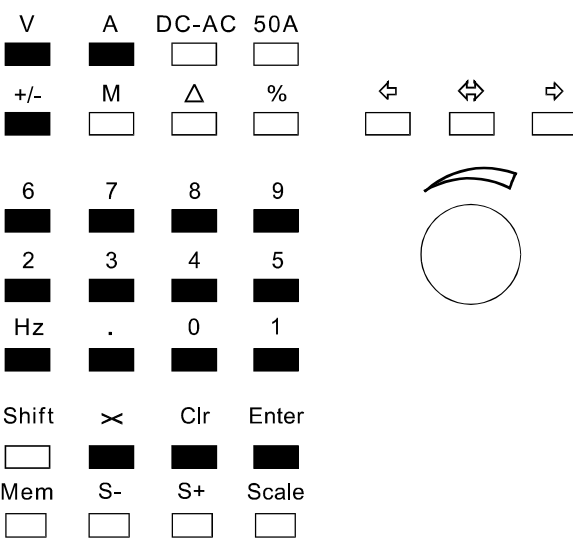
Отображение действующих кнопок	Маркировка кнопки	Назначение кнопки
	V	Выбор размерности ввода напряжения («mV» или «V»). Установленная размерность сохраняется и в следующей серии ввода. В режиме воспроизведения тока кнопка не действует
	A	Выбор размерности ввода тока («mA» или «A»)
	Hz	Выбор размерности ввода частоты («Hz» или «kHz»)
	+/-	Изменение полярности вводимого параметра
	.	Ввод десятичной точки (вводится только один раз)
	0 – 9	Ввод цифры. Допускаемая длина вводимой строки не более шести знаков, включая десятичную точку
	X	Переключение состояния выхода калибратора
	Clr	Очистки введенных данных и выключение режима ввода
	Enter	Исполнение введенных данных. При этом проверяется допустимость введенных данных и происходит выключение режима ввода
Примечание – Нажатие остальных кнопок не оказывает действия на состояние калибратора		

Таблица 2.4 – Назначение кнопок клавиатуры в режиме редактирования выхода

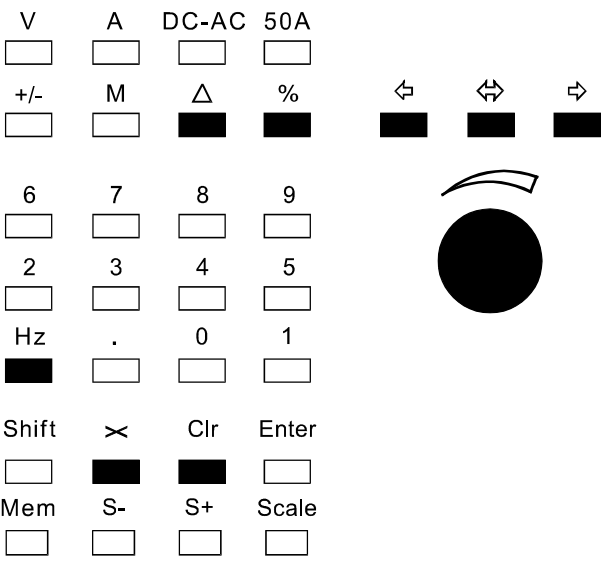
Отображение действующих кнопок	Маркировка кнопки	Назначение кнопки
	Δ	Выбор режима индикации вычисленного отклонения выхода – в абсолютном (вольтах или амперах) или относительном (в процентах) виде. Допускается переход к любому режиму индикации отклонения и погрешности
	%	Выбор режима индикации вычисленной погрешности – относительной или приведенной (в процентах). Приведенная погрешность вычисляется на основании текущего значения шкалы (поверяемого прибора)
	X	Переключение состояния выхода калибратора
	Clr	Выключение режима редактирования с восстановлением исходного значения уровня или частоты, действовавших в момент включения режима редактирования
	⇐	Сдвиг курсора влево (сдвигается по кругу)
	Hz	Выключение режима редактирования с сохранением измененного значения выходного уровня или частоты
	↔	
	⇒	Сдвиг курсора вправо (сдвигается по кругу)
	●	На один «щелчок» при вращении вправо увеличение значения выходного уровня или частоты в позиции курсора на единицу веса редактируемого разряда. При вращении влево – уменьшение
Примечание – Нажатие остальных кнопок не оказывает действия на состояние калибратора		

Таблица 2.5 – Назначение кнопок клавиатуры в режиме «Shift»
(ожидания ввода второго значения кнопок)

Отображение действующих кнопок	Маркировка кнопки	Назначение кнопки
	M	Выключение режима амплитудной манипуляции
	%	Просмотр и изменение значения шкалы проверяемого прибора, используемого для вычисления приведенной погрешности. Изменение текущего значения производится при нажатии кнопок (листать список значений вниз) или (листать список значений вверх)
	Hz	Начало редактирования частоты. Включается только в режиме переменного тока
	X	Включение режима тестирования клавиатуры
	Clr	Сброс процессора (перезапуск программы сначала)
	Enter	Вызов меню обслуживания памяти профилей
	Mem	Записать состояние прибора как очередное значение в память профилей (см. п. 2.2.12.2)
	S- S+	Посмотреть и изменить (установить) количество ступеней (см. п. 2.2.11.12)
	Scale	Записать текущее значение выходного уровня как шкалу
		Включение-выключение звукового сопровождения нажатия кнопок. Звук от других событий не отключается
		Включение режима дистанционного управления
	Δ	Включение режима редактирования с зафиксированным пределом – запрещен переход на другой предел при достижении границы текущего (служебная операция)
	V	Включение режима калибрования (служебная операция)
Примечание – Нажатие остальных кнопок не оказывает действия на состояние калибратора		

2.2.6 Установка напряжения постоянного тока

2.2.6.1 Включение режима воспроизведения напряжения постоянного тока осуществляется нажатием кнопки **V** - установка на выходе прибора напряжения – и, при необходимости, кнопки **DC-AC**, которая меняет текущий режим воспроизведения выходного уровня с переменного на постоянный и наоборот. Признаком действия данного режима является отображение на поле выходного уровня индикатора числового значения со знаком полярности и с размерностью в вольтах (или милливольтках). О значении предела воспроизведения можно судить по положению десятичной точки (формату индикации). На второй строке в это время должен быть указатель вида тока «DC» (см. п.2.2.3).

2.2.6.2 Ввод числового значения воспроизводимой величины напряжения постоянно-го тока осуществляется в соответствии с п.2.2.4. Установка предела воспроизведения осуществляется автоматически в зависимости от значения выходного уровня. Изменение полярности выходного напряжения на обратную производится кнопкой **+/-**.

2.2.6.3 Установленное напряжение постоянного тока снимается с выходных клемм «V» («Hi» и «Lo») через выходной кабель из комплекта поставки калибратора. В связи с тем, что калибратор обладает конечным выходным сопротивлением, при значительном токе нагрузки возможно возникновение дополнительной погрешности, особенно заметной при воспроизведении низких уровней напряжения. Величину погрешности от падения напряжения ΔU на внутреннем сопротивлении калибратора можно оценить по формуле (2.1):

$$\Delta U = (R_i + R_k) \cdot I_{нагр} \quad (2.1)$$

где R_i и R_k – нормируемое внутреннее сопротивление калибратора напряжения и соединительного кабеля соответственно;

$I_{нагр}$ – ток нагрузки.

2.2.7 Установка напряжения переменного тока

2.2.7.1 Включение режима воспроизведения напряжения переменного тока осуществляется нажатием кнопки **V** и, при необходимости, кнопки **DC-AC**, которая меняет текущий режим воспроизведения выходного уровня с постоянного на переменный и наоборот. Признаком действия данного режима является отображение на поле выходного уровня индикатора числового значения без знака полярности и с размерностью в вольтах (или милливольтках). На второй строке в это время должно быть значение установленной частоты (см. п.2.2.3). В остальном работа с прибором в режиме воспроизведения переменного напряжения не отличается от работы при воспроизведении постоянного напряжения.

2.2.8 Установка силы постоянного тока

2.2.8.1 Включение режима воспроизведения силы постоянного тока осуществляется нажатием кнопки **A** - установка на выходе прибора силы тока – и, при необходимости, кнопки **DC-AC**, которая меняет текущий режим воспроизведения выходного уровня с переменного на постоянный и наоборот. Признаком действия данного режима является отображение на поле выходного уровня индикатора числового значения со знаком полярности и с размерностью в миллиамперах (или амперах при работе с блоком ПНТ-50). О значении предела воспроизведения можно судить по положению десятичной точки (формату индикации). На второй строке в это время должен быть указатель вида тока «DC» (см. п.2.2.3).

2.2.8.2 Для включения режима воспроизведения силы тока с помощью блока ПНТ-50 необходимо нажать кнопку **50 A**. При этом значение выходного уровня отображается со знаком полярности и с размерностью в амперах. Более подробно работа с блоком ПНТ-50 описана в п.2.2.16.

2.2.8.3 Ввод числового значения воспроизводимой величины силы постоянного тока осуществляется в соответствии с п.2.2.4. Установка предела воспроизведения осуществляется автоматически в зависимости от значения набранного числа. О значении предела воспроизведения можно судить по положению десятичной точки. Изменение полярности выходного тока производится кнопкой $\boxed{+/-}$.

2.2.8.4 Выходной ток выдается на клеммы «А» («Hi» и «Lo») через выходной кабель из комплекта поставки калибратора. В связи с тем, что выходное сопротивление калибратора тока отличается от бесконечности, при значительном напряжении на нагрузке возможно возникновение дополнительной погрешности, особенно заметной при малых уровнях тока. Величину погрешности от шунтирования нагрузки выходным сопротивлением калибратора ΔI калибратора можно оценить по формуле (2.2):

$$\Delta I = U_{нагр} / R_i \quad (2.2)$$

где R_i – нормируемое значение внутреннего сопротивления калибратора тока;

$U_{нагр}$ – напряжение на нагрузке.

2.2.9 Установка силы переменного тока

2.2.9.1 Включение режима воспроизведения силы переменного тока осуществляется нажатием кнопки \boxed{A} - установка на выходе прибора силы тока – и, при необходимости, кнопки $\boxed{DC-AC}$, которая меняет текущий режим воспроизведения выходного уровня с постоянного на переменный и наоборот. Признаком действия данного режима является отображение на поле выходного уровня индикатора числового значения без знака полярности и с размерностью в миллиамперах (или амперах при работе с блоком ПНТ-50). На второй строке в это время должно быть значение установленной частоты (см. п.2.2.3). В остальном работа с прибором в режиме воспроизведения переменного тока не отличается от работы при воспроизведении постоянного тока.

2.2.10 Установка сигналов с амплитудной манипуляцией

2.2.10.1 Установка режима воспроизведения сигналов с амплитудной манипуляцией может осуществляться из любого режима воспроизведения напряжения и силы тока нажатием кнопки \boxed{M} . Последовательным нажатием этой кнопки по кругу переключаются все режимы амплитудной манипуляции. Состояние, в котором находится прибор, отображаются на индикаторе (см. п.2.2.3).

2.2.10.2 При попытке включить амплитудную манипуляцию в недопустимых режимах (при постоянном напряжении выше 200 В или переменном свыше 150 В) будет появляться сигнал об ошибочных действиях.

2.2.10.3 Во всех режимах амплитудной манипуляции в качестве значения выходного уровня устанавливается и отображается амплитуда импульсов. При включении режимов симметричной манипуляции сигналов переменного тока на индикатор дополнительно выводится среднеквадратическое значение выходного сигнала.

2.2.10.4 В дополнение к пяти видам амплитудной манипуляции включается режим непрерывного сигнала. Это вспомогательный режим, который ничем не отличается от нормального режима калибратора (только больше значение нормируемой погрешности). Его назначение - калибровка амплитуды импульсов, выдаваемых в остальных режимах манипуляции. В режиме непрерывного сигнала измерительный выходной тракт калибратора включен в том же самом состоянии, что и при манипуляции. Это позволяет (при калибровке прибора) устанавливать амплитуду импульсов (коэффициент передачи тракта) с более высокой точностью, практически не хуже, чем в нормальном режиме.

2.2.11 Редактирование выходных параметров

2.2.11.1 Кроме процедуры ввода с клавиатуры калибратор Н4-11 позволяет применять и другие способы установки выходных параметров, которые упрощают выполнение традиционных операций калибровки (поверки) аналоговых и цифровых измерительных приборов. Для этого в приборе имеются следующие режимы:

- редактирование - плавное регулирование выходного уровня или частоты;
- вычисление и индикация отклонения выхода или погрешности поверяемого прибора. Эта операция выполняется при редактировании выходного уровня;
- пошаговое (ступенчатое) изменение выходного уровня. Значение ступени вычисляется на основании установленного значения шкалы и выбранного количества ступеней. Данный режим позволяет производить быструю установку уровней, соответствующих, например, оцифрованным точкам шкалы поверяемого аналогового прибора;
- установка выходного уровня, равного значению установленной шкалы;
- запоминание текущего состояния прибора в виде профиля, включающего в себя значение выходного уровня и частоты, режима работы и типа амплитудной манипуляции;
- считывание из памяти и установку на выходе записанного ранее профиля.

Подробно операции с профилями выхода описаны в п.2.2.12.

2.2.11.2 Для плавного изменения выходного уровня и частоты предусмотрен режим редактирования. Редактирование выходного уровня напряжения или тока включается нажатием кнопок Δ , $\%$, \Leftarrow , \Leftrightarrow или \Rightarrow . Редактирование частоты включается нажатием кнопок Shift и Hz только в режиме воспроизведения сигналов переменного тока. При этом появляется курсор под разрядом числового значения воспроизводимого параметра, указывающий на возможность его изменения. При вращении ручки кодового переключателя (кодера) по часовой стрелке (вправо) цифровое значение числового разряда в позиции курсора увеличивается на единицу на каждый «щелчок». При вращении кодера влево - уменьшается. Для выбора позиции редактирования необходимы кнопки \Leftarrow и \Rightarrow - перемещение курсора влево и вправо соответственно. Нажатие кнопок Clr , \Leftrightarrow или Hz включает режим редактирования. При включенном режиме редактирования невозможны установка других режимов воспроизведения и ввод с клавиатуры.

2.2.11.3 Во всех режимах редактирования, как и при установке уровня, введенного с клавиатуры, калибратор производит автоматическое переключение пределов воспроизведения. В момент переключения пределов, осуществляемого с помощью реле, напряжение с выходных клемм снимается во избежание искрения контактов, а затем снова устанавливается на другом пределе. Этот процесс нарушает плавное регулирование выходного уровня и в некоторых случаях недопустим. Чтобы не прерывать процесс плавного регулирования напряжения, рекомендуется использовать режим редактирования с зафиксированным пределом воспроизведения. Для включения режима необходимо нажать кнопки Shift и Δ . Далее соответствующими кнопками можно включить требуемый режим отображения погрешности. Редактирование с фиксированным пределом следует включать, предварительно установив выходной уровень несколько выше точки переключения пределов.

2.2.11.4 Вычисление абсолютного и относительного отклонения, относительной и приведённой погрешности проверяемого прибора выполняется в режиме редактирования одновременно с регулированием выходного уровня.

2.2.11.5 Выбор для отображения на индикаторе одного из четырех вычисленных параметров, указанных в п.2.2.11.4, выполняется кнопками Δ и $\%$. При включении режима редактирования уровня вначале устанавливается режим отображения относительного отклонения выхода. Благодаря тому, что всегда вычисляются все четыре параметра редактирования, можно в любой момент времени изменить режим их отображения. Отображаемый параметр редактирования сопровождается соответствующим указателем на индикаторе (см. п.2.2.3).

2.2.11.6 Вычисление отклонения выхода и относительной погрешности выполняется с учетом исходного значения X_0 , зафиксированного в момент включения редактирования.

2.2.11.7 Вычисление приведенной погрешности осуществляется с использованием заранее выбранного значения шкалы проверяемого прибора X_{Π} , которое устанавливается в режиме, вызываемом кнопками $\boxed{\text{Shift}}$, $\boxed{\%}$, $\boxed{\Leftarrow}$ и $\boxed{\Rightarrow}$ (см. п.2.2.4). Предлагается ряд стандартных значений, используемых с размерностью в вольтах или амперах: 0.001, 0.0015, 0.002, 0.0025, 0.003, 0.005, 0.006, 0.0075, 0.01, 0.015, 0.02, 0.025, 0.03, 0.05, 0.06, 0.075, 0.1, 0.15, 0.2, 0.25, 0.3, 0.5, 0.6, 0.75, 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 5, 6, 7.5, 10, 15, 20, 25, 30, 50, 60, 75, 100, 150, 200, 250, 300, 500, 600 и 750. Альтернативно в качестве значения шкалы может быть принято любое значение выходного уровня напряжения в диапазоне значений от 0.0001 до 625 (вольт) или тока от 0.0001 до 52 (ампер). Для этого необходимо нажать кнопки $\boxed{\text{Shift}}$, $\boxed{\text{Scale}}$ и $\boxed{\text{Enter}}$, подтвердив запрос прибора о принятии текущего уровня в качестве значения шкалы. Далее программа запрашивает подтверждение принятия текущего значения количества ступеней для вновь введенной шкалы. Необходимые изменения количества ступеней можно произвести нажатием кнопок $\boxed{\text{S-}}$ и $\boxed{\text{S+}}$ или $\boxed{\Leftarrow}$ и $\boxed{\Rightarrow}$ (уменьшить и увеличить).

2.2.11.8 Вычисление абсолютного отклонения Δ осуществляется в соответствии с выражением (2.3):

$$\Delta = X_0 - X_{\text{вых}}, \quad (2.3)$$

где X_0 - исходное значение выходного уровня (напряжения или тока), зафиксированное в момент включения режима редактирования;

$X_{\text{вых}}$ - текущее значение выходного уровня.

При вычислении абсолютного отклонения сигнала постоянного тока учитывается знак полярности.

2.2.11.9 Вычисление относительного отклонения $\Delta\%$ осуществляется в соответствии с выражением (2.4):

$$\Delta\% = \frac{X_0 - X_{\text{вых}}}{X_0} \times 100 \quad (2.4)$$

2.2.11.10 Вычисление относительной погрешности проверяемого прибора $\Gamma\%$ осуществляется в соответствии с выражением (2.5):

$$\Gamma\% = \frac{X_{\text{вых}} - X_0}{X_0} \times 100 \quad (2.5)$$

2.2.11.11 Вычисление приведенной погрешности проверяемого прибора $P\%$ осуществляется в соответствии с выражением (2.6):

$$P\% = \frac{X_{\text{вых}} - X_0}{X_{\Pi}} \times 100, \quad (2.6)$$

где X_{Π} - выбранное значение шкалы проверяемого прибора.

2.2.11.12 Пошаговое изменение выходного уровня производится кнопками $\boxed{\text{S-}}$ и $\boxed{\text{S+}}$, которые обеспечивают уменьшение или увеличение выходного уровня на величину D , определяемую выражением (2.7):

$$D = \frac{X_{\Pi}}{N}, \quad (2.7)$$

где N - выбранное значение количества ступеней шкалы проверяемого прибора.

Режим пошагового изменения выходного уровня предназначен для того, чтобы быстро пройти, например, оцифрованные отметки шкалы при поверке стрелочного прибора. Предположим, необходимо проверить прибор, имеющий шкалу 0 - 300 В переменного тока и шесть оцифрованных отметок (50, 100, 150, 200, 250 и 300 В). Выполняется следующая последовательность действий:

- установить на выходе калибратора уровень 300 В, 50 Гц нажатием кнопок **[3]**, **[0]**, **[0]**, **[Enter]**;
- записать текущий уровень в качестве значения шкалы нажатием кнопок **[Shift]**, **[Scale]**, **[Enter]**;
- установить количество ступеней равным шести нажатием кнопок **[Shift]**, **[S+]**, **[S+]**. Последнее нажатие кнопки **[S+]** изменяет значение N с пяти (установлено по умолчанию) до шести;
- подключить прибор проверяемый прибор и включить выход калибратора кнопкой **[X]**;
- шесть раз нажимая кнопку **[S-]**, пройти оцифрованные точки сверху-вниз, каждый раз фиксируя показания проверяемого прибора;
- шесть раз нажимая кнопку **[S+]**, пройти оцифрованные точки снизу-вверх, также при необходимости фиксируя показания проверяемого прибора;
- выключить выход калибратора и отключить проверяемый прибор.

2.2.11.13 В любой момент можно установить на выходе калибратора уровень, равный значению шкалы, нажатием кнопки **[Scale]**. Причем, это значение может принимать размерность в вольтах или амперах в зависимости от режима работы калибратора. Так как диапазон при воспроизведении напряжения (максимально 625 В) шире диапазона воспроизведения силы тока (ограничен значением 52 А), может возникнуть ситуация невозможности установки значения шкалы в режиме воспроизведения. Могут быть и другие случаи невозможности установки уровня, равного значению шкалы. При их обнаружении прибор дает сообщение об ошибке ввода (сообщение "Error!").

2.2.11.14 При ступенчатом изменении выходной уровень может изменять полярность при воспроизведении сигналов постоянного тока. В режиме воспроизведения сигналов переменного тока выходной уровень может быть только положительным, а при попытке изменить его полярность прибор дает сообщение об ошибке ввода (сообщение "Error!"). Такое же сообщение появляется при попытке установить уровень, превышающий максимально возможное значение для текущего режима работы.

2.2.12 Использование памяти профилей

2.2.12.1 Память профилей прибора Н4-11 позволяет создать программу установки последовательности значений выходных уровней для решения небольших измерительных задач. Причем, для каждого выходного уровня сохраняются все параметры воспроизведения (режим, частота и вид амплитудной манипуляции), образуя таким образом полный профиль состояния калибратора. Размер памяти позволяет сохранять массив, содержащий до 42 профилей.

2.2.12.2 Память профилей размещена в оперативной памяти процессора и формируется простым запоминанием текущего состояния калибратора. Для сохранения текущего состояния достаточно последовательно нажать кнопки **[Shift]** и **[Mem]**. Профили сохраняются последовательно в ячейках с номерами, начиная с нулевого. При включении прибора память профилей пуста, а размер массива увеличивается по мере сохранения текущих состояний. Когда запишутся все 42 значения, следующие профили будут снова записываться, начиная с нулевой ячейки.

2.2.12.3 Считывание профилей из памяти начинается с нулевой ячейки и происходит после нажатия кнопки **[Mem]**. После считывания последнего записанного профиля указатель считывания возвращается на нулевую ячейку. Считанный профиль мгновенно испол-

няется установкой на выходе калибратора новых параметров. Выходы прибора при загрузке профиля всегда отключаются для обеспечения требований безопасности. Поэтому для приведения в действие считанного профиля необходимо еще нажать кнопку **X**, убедившись в безопасности данного шага.

2.2.12.4 Возможность воспроизведения записанной последовательности после включения прибора обеспечивает функция сохранения массива в ЭНЗУ. Для сохранения массива профилей, находящегося в ОЗУ, необходимо нажать кнопки **Shift**, **Enter**, **2**. Данные сохраняются вместе с указателем длины массива и контрольной суммой блока. Последнее позволяет при последующем считывании обнаружить повреждение данных.

2.2.12.5 Для считывания массива профилей из ЭНЗУ в ОЗУ необходимо нажать кнопки **Shift**, **Enter**, **3**. При считывании проверяется совпадение контрольной суммы блока данных. При обнаружении повреждения данных прибор выдает соответствующее сообщение. Память профилей очищается и записывается в ЭНЗУ.

2.2.12.6 В меню обслуживания памяти профилей могут быть выбраны еще три операции:

- очистка памяти профилей кнопками **Shift**, **Enter**, **1**;
- установка указателя считывания на начало (нулевую ячейку) - **Shift**, **Enter**, **0**;
- вывод на индикатор текущей информации - **Shift**, **Enter**, **4**. Значения информационных полей описано в таблице 2.1.

2.2.13 Отключение выхода калибратора

2.2.13.1 Отключение выхода калибратора осуществляется нажатием кнопки **X**, после чего на выходных клеммах прибора устанавливается нулевой уровень воспроизводимой величины.

2.2.13.2 Повторное нажатие на кнопку **X** восстановит уровень, воспроизводимый до отключения (установит на выходных клеммах калибратора значение выходного сигнала со всеми установленными параметрами).

2.2.13.3 Состояние выхода всегда отображается на индикаторе (см. п.2.2.3). Для обеспечения безопасности подключения к клеммам калибратора кнопка управления выходом **X** действует во всех без исключения режимах работы прибора, включая дистанционное управление и программу калибрования.

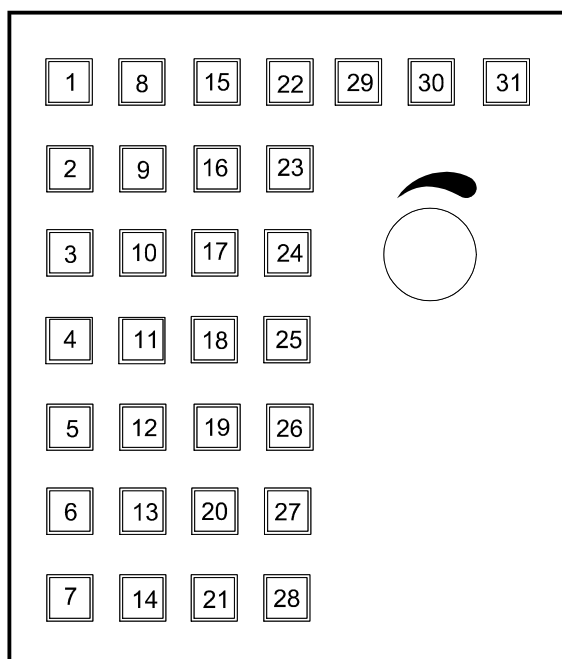
2.2.14 Тестирование

2.2.14.1 Программа тестирования вызывается последовательным нажатием кнопок **Shift**, **X** и выполняет:

- проверку клавиатуры;
- проверку вращающегося кодового переключателя.

2.2.14.2 При тестировании клавиатуры программа ждет нажатий кнопок и вращения кодового переключателя. Нажимая кнопки последовательно сверху-вниз и слева-направо, контролируют отображение номера кнопки в соответствии с рисунком 2.3. Порядковый номер нажатой кнопки отображается на второй строке индикаторе, например, в виде сообщения «Key_02». При вращении кодового переключателя влево (уменьшение) появляется сообщение «Rot_Lxxx», где xxx – число произведенных «щелчков». При вращении его вправо (увеличение) на индикаторе прибора появляется сообщение «Rot_Rxxx», где xxx – число произведенных «щелчков» после смены направления вращения. После нажатия кнопки **⇒** прибор переходит в режим «DCV», $U_{\text{вых}} = 1 \text{ мВ}$.

2.2.14.3 Тестирование индикатора необходимо производить во время включения прибора или при перезапуске программы прибора нажатием кнопок **Shift** и **Clr**. Необходимо убедиться, что происходит включение всех сегментов индикатора во время вывода стартового сообщения.



Кнопки 7, 14, 21 и 28 – технологические и не выведены на переднюю панель

Рисунок 2.3 – Нумерация кнопок прибора H4-11

2.2.15 Использование интерфейса (режима дистанционного управления)

2.2.15.1 Последовательный интерфейс СТЫК C2 (RS-232C) позволяет подключить прибор к компьютеру, имеющему стандартный последовательный порт (COM-порт), и обеспечивает возможность дистанционного управления.

2.2.15.2 Подключение прибора к компьютеру осуществляется через девятиконтактный разъем (розетку), расположенный на задней стенке прибора, посредством специального кабеля (входит в комплект поставки). Схема соединения прибора с компьютером приведена на рисунке 2.4.

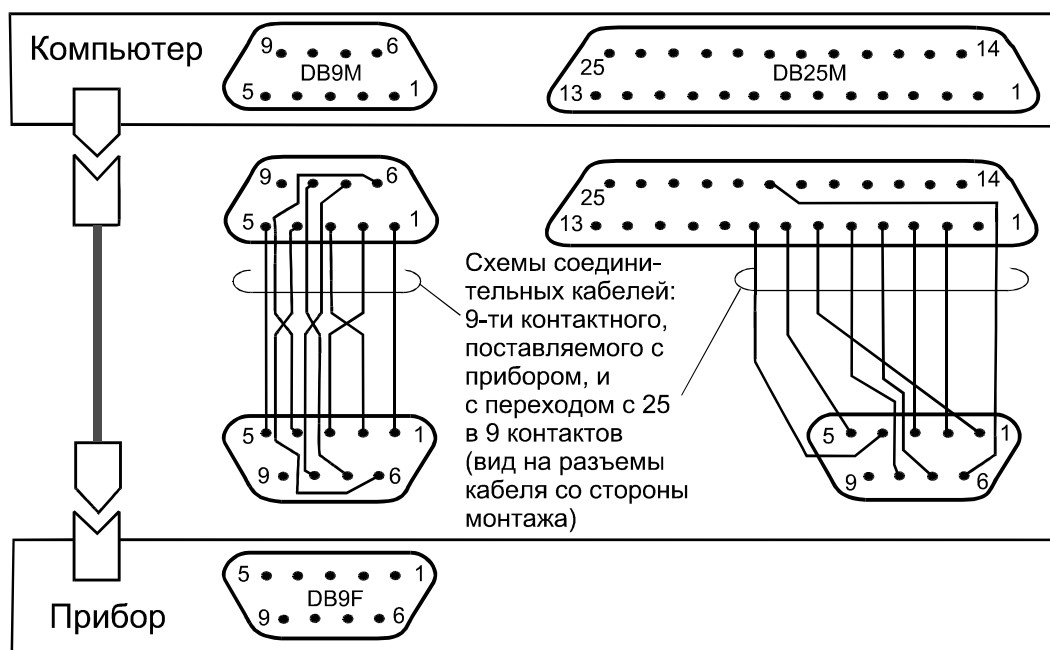


Рисунок 2.4 - Соединение линий интерфейса СТЫК C2 компьютера и прибора

2.2.15.3 Интерфейс (режим дистанционного управления) включается последовательным нажатием кнопок **Shift** и **⇒**. Выключение интерфейса производится нажатием кнопки **⇒**. После включения прибора или сброса всегда включается режим дистанционного управления. В режиме дистанционного управления на передней панели действуют всего две кнопки – **X** (сброс-включение выхода) и кнопка **⇒** (выключения интерфейса). Остальные кнопки заблокированы для предотвращения возникновения некорректного состояния прибора. Состояние дистанционного управления отображается соответствующим сообщением на индикаторе прибора.

2.2.15.4 Обмен данными при работе прибора с последовательным интерфейсом происходит в дуплексном (полном) режиме с использованием следующего протокола приема-передачи:

- управление прибором осуществляется подачей текстовой строки в формате, указанном в таблице 2.6;

- вывод данных о состоянии прибора через последовательный интерфейс происходит по запросу. Формат выводимых данных представлен в таблице 2.7. Данные представлены в виде текстовой строки постоянной длины (20 символов) и содержат цифровые данные с десятичной точкой и размерность.

- управляющими символами «XON» (13h) - разрешение передачи и «XOFF» (11h) - запрещение передачи прибор обозначает временные интервалы, во время которых сообщения от автоматизированной системы не могут быть восприняты. Разрешенный интервал начинается после завершения обработки очередной команды, поступившей из интерфейса или с передней панели. Для калибратора Н4-11 этот протокол может служить и регулятором темпа приема команд.

2.2.15.5 Между командами, подаваемыми калибратору, необходимо делать паузу (ставить задержку). Величина задержки выбирается в пределах от 150 до 1000 мс и определяется временем исполнения команд аналоговой частью прибора. Наибольшая задержка необходима при смене режима воспроизведения. При установке высокого напряжения постоянного тока (свыше 200 В) необходима задержка до 3000 мс. При задании уровней, не вызывающих изменения пределов, и при установке частоты можно применять минимальную задержку между командами. В тех случаях, когда изменяется только один параметр воспроизведения, неизменяемое значение (напряжение, ток, частота, режим выхода или тип модуляции) можно не передавать.

Помните! Быстродействие аналоговой схемы прибора намного ниже скорости работы встроенной ЭВМ, поэтому необходимо еще выдерживать время для установления выходного напряжения с необходимой точностью и установления показаний проверяемого прибора.

2.2.15.6 Формат цифровых данных подаваемых команд может быть иным, чем указано в таблице 2.6. Количество цифр может изменяться от одной до семи (больше не рекомендуется) в зависимости от количества значащих цифр задаваемого параметра. При установке уровня используются пять значащих цифр, а при установке частоты – только четыре. Команды с неправильным заголовком игнорируются. Команды, в которых цифровые параметры содержат недопустимые значения, обрабатываются как ошибочные с выдачей соответствующего сообщения. Команды, недопустимые для текущего режима (состояния) калибратора, также воспринимаются как ошибочные. Вследствие того, что наличие недопустимых символов (иных кроме цифр и десятичной точки) в поле цифровых данных специально не проверяется, имеется вероятность исполнения ошибочной команды. Типичной ошибкой является наличие символов пробела и знаков полярности перед числом – такое число понимается как ноль. Наличие на месте десятичного разделителя не символа точки понимается как окончание числа (целой части числа). При отсутствии цифровых данных команда не обрабатывается, а наличие других символов вместо цифр воспринимается как ноль.

2.2.15.7 Порядок (последовательность) подачи команд должен определяться двумя критериями – допустимостью для текущего состояния и учетом времени исполнения. Нужно учитывать, что смена режима работы всегда приводит к автоматическому отключению выхода калибратора как дополнительное напоминание о необходимости переключения выходных клемм. Исполнение любой команды всегда приводит к изменению состояния прибора, отображаемого на индикаторе, а также к изменению значения выдаваемой строки состояния.

Особенностью системы команд прибора является отсутствие отдельной команды перехода к воспроизведению переменного тока. Для выполнения этой операции необходимо подать команду об установке необходимого значения частоты. При этом, может быть, даже придется повторить уже установленное значение частоты. Это сделано для того, чтобы установленное ранее значение частоты не было применено к установленному позднее значению выходного уровня постоянного тока в недопустимом сочетании. Например, частота свыше

1,2 кГц недопустима при напряжении более 150 В и токе свыше 2 А, в режиме амплитудной манипуляции высоковольтные пределы недоступны и так далее. Проверка допустимости сочетания режимов наиболее актуальна при переходе к воспроизведению переменного тока и поэтому совмещена с операцией установки частоты. Благодаря этому, в режиме дистанционного управления реализуется ускоренный переход от постоянного к переменному току и обратно без сброса выхода.

Таблица 2.6 – Формат команд калибратора Н4-11

Формат принимаемых данных									
Структура строки передаваемых данных	Заголовок данных: V - напряжение в вольтах A - частота в миллиамперах К - частота в килогерцах							Разделитель: всегда "CR" (возврат каретки) и "LF" (перевод строки)	
	Рекомендуемые форматы цифровых данных с десятичной точкой, положение которой определяется задаваемым значением: 00000. 0000.0 000.00 00.000 0.0000 .00000								
Символ	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Режим	Примеры в текстовом виде и HEX-коде								
Установка напряжения в вольтах	V 56H	3 33H	0 30H	0 30H	. 2EH	0 30H	0 30H	CR 0DH	LF 0AH
Установка тока в миллиамперах	I 49H	5 35H	0 30H	0 30H	. 2EH	0 30H	0 30H	CR 0DH	LF 0AH
Установка тока в амперах	A 41H	2 32H	0 30H	. 2EH	0 30H	0 30H	0 30H	CR 0DH	LF 0AH
Установка частоты в килогерцах и переход в режим переменного тока	K 4BH	1 31H	. 2EH	0 30H	0 30H	0 30H	0 30H	CR 0DH	LF 0AH
Команды выбора режима									
Символ						1	2	3	4
Установка режима выхода калибратора. Значение X: 0 – сброс выхода (обнуленный), 1 – нормальный режим (включен)						S 53H	X 3xH	CR 0DH	LF 0AH
Символ						1	2	3	4
Установка режима амплитудной манипуляции. Значение X: 0 – выключен, 1 – непрерывный сигнал, 2 – 8 Гц, 3 – 12 Гц, 4 – код “3”, 5 – код “Ж”, 6 - код “КЖ”						M 4DH	X 3xH	CR 0DH	LF 0AH

Продолжение таблицы 2.6

Простые команды			
Символ	1	2	3
Напряжение или ток положительной полярности (текущее значение) и переход в режим постоянного тока	+ 2BH	CR 0DH	LF 0AH
Напряжение или ток отрицательной полярности (текущее значение) и переход в режим постоянного тока	- 2DH	CR 0DH	LF 0AH
Отключить режим дистанционного управления (только местное управление)	L 4CH	CR 0DH	LF 0AH
Запрос состояния прибора	Q 51H	CR 0DH	LF 0AH
Сброс прибора (приведение в исходное состояние: режим постоянного тока, напряжение 1 мВ, включено дистанционное управление)	R 52H	CR 0DH	LF 0AH
<p>Примечания</p> <p>1 Все остальные символы и коды игнорируются.</p> <p>2 Форматы цифровых данных могут иметь длину от одного до восьми символов (лишнее округляется).</p>			

Таблица 2.7 - Формат строки состояния калибратора Н4-11

«А» - переменное, «+» - постоянное положительной полярности, «-» - постоянное отрицательной полярности														Значения см. в таблице 2.6				Разделитель	
«V» – напряжение, «A» – ток														Состояние выхода		Режим мани- пуляции			
Напряжение в вольтах или ток в миллиамперах с десятичной точкой: 00000. 0000.0 000.00 00.000 0.0000 .00000							Частота с десятичной точ- кой в килогерцах: 0000. 000.0 00.00 0.000 .0000												
X	X	X	X	X	X	X	X	K	X	X	X	X	X	S	X	M	X	CR	LF
Примеры																			
AV1.0000K1.000S1M0 CR LF								1 В напряжения переменного тока частотой 1 кГц. Нормальный режим выхода.											
+A10.000K1.000S1M2 CR LF								+10 мА силы постоянного тока положительной поляр- ности. Текущая частота 100 Гц (не действует). Режим манипуляции 12 Гц.											

2.2.15.8 При работе в дистанционном режиме принимаемые команды отображаются на нижней строке индикатора. Причем индицируются только те команды, которые имеют правильный заголовок (остальные просто игнорируются). Команды, содержащие недопустимые значения цифровых параметров, определяются как ошибочные. Их обработка сопровождается звуковым сигналом и сообщением на индикаторе «ERROR!» («Ошибка»). Ошибочные команды не исполняются кроме случаев, когда ошибка не была обнаружена (см. п.2.2.15.6).

Помните! Ошибочными будут считаться и правильные команды, но недопустимые для текущего состояния калибратора. Чтобы исключить такие случаи, необходимо режимы, накладывающие ограничения на частотный и амплитудный диапазоны, включать командами, следующими в последнюю очередь. И наоборот, вначале выключать режимы с ограниченными диапазонами.

2.2.16 Порядок работы с преобразователем ПНТ-50

2.2.16.1 Общие сведения

2.2.16.1.1 Воспроизведение силы постоянного и переменного тока в диапазоне свыше 2 А обеспечивается дополнительным блоком калибратора Н4-11 – преобразователем напряжения в ток ПНТ-50. При установке режима «50 А» или токов свыше 2 А калибратор Н4-11 переходит в режим воспроизведения напряжения и выдает на клеммы «V» напряжение, необходимое преобразователю ПНТ-50 для получения на его выходе «А – В» заданного уровня тока (и частоты). При этом на индикаторе прибора Н4-11 появляется соответствующее сообщение (см. подраздел 2.2.4). Все дальнейшие действия по управлению преобразователем и подключению проверяемого устройства выполняются оператором.

2.2.16.1.2 Преобразователь ПНТ-50 имеет ряд важных особенностей, которые необходимо учитывать при работе:

- его исполнение (класс защиты I) требует принятия мер защиты от поражения электрическим током. При работе преобразователь должен быть заземлен;
- обладая значительной выходной мощностью (до 150 Вт), он может представлять опасность для объектов измерения, поэтому требует внимательного выполнения порядка подключения и установки выходного тока;
- управляя большой мощностью, преобразователь может стать источником перегрева и воспламенения, поэтому требует принятия мер по обеспечению охлаждения и вентилирования.

2.2.16.1.3 Перед началом работы необходимо полностью изучить данный подраздел.

2.2.16.2 Подключение преобразователя

2.2.16.2.1 ВНИМАНИЕ! Преобразователь должен включаться в сеть только с помощью трехпроводного кабеля (из комплекта поставки) и розетки, имеющей заземление. В противном случае, на выходных клеммах появляется опасный потенциал 110 В, 50 Гц относительно «земли».

2.2.16.2.2 Преобразователь должен подключаться к калибратору Н4-11 с помощью экранированного кабеля, входящего в комплект поставки. Могут использоваться и другие способы соединения входа, также обеспечивающие минимальную магнитную связь контура входного сигнала с контуром выходного тока.

Необходимо помнить, что схема преобразователя заземлена, и поэтому подключение входа преобразователя приводит к заземлению выхода калибратора. При включенном входе внешний контакт входного байонетного разъема соединен с корпусом блока питания и соответственно с контактом защитного заземления. Использование этого контакта для других целей (например, заземления других приборов измерительной схемы) запрещено, т.к. может привести к возникновению дополнительной погрешности.

2.2.16.2.3 Преобразователь рассчитан на подключение «плавающих» (незаземленных) нагрузок. Потенциал выходных клемм преобразователя относительно защитного заземления (и входа) составляет около +2,5 В (половина напряжения питания выходного каскада). Это главная особенность преобразователя, о которой необходимо помнить при его эксплуатации.

ВНИМАНИЕ! Заземление нагрузки или выходных клемм преобразователя запрещено!

2.2.16.2.4 Выходы «А» и «В» преобразователя равноценны и отличаются тем, что полярность выходного тока на выходе «А» относительно «В» соответствует полярности напряжения, подаваемого на вход и индицируемой на индикаторе калибратора.

2.2.16.2.5 Для подключения нагрузки рекомендуется использовать кабели из комплекта поставки преобразователя или другие, имеющие достаточное сечение проводников

(не менее 0,1 кв. мм на 1 А) и обеспечивающие надежное подключение к клеммам. Последнее особенно важно потому, что при плохом контакте возможен перегрев клемм и расплавление пластмассовых изоляторов.

2.2.16.3 Управление преобразователем и индикация состояния

2.2.16.3.1 Управление входом и источником питания преобразователя осуществляется четырьмя кнопками, назначение которых иллюстрирует рисунок 2.5.

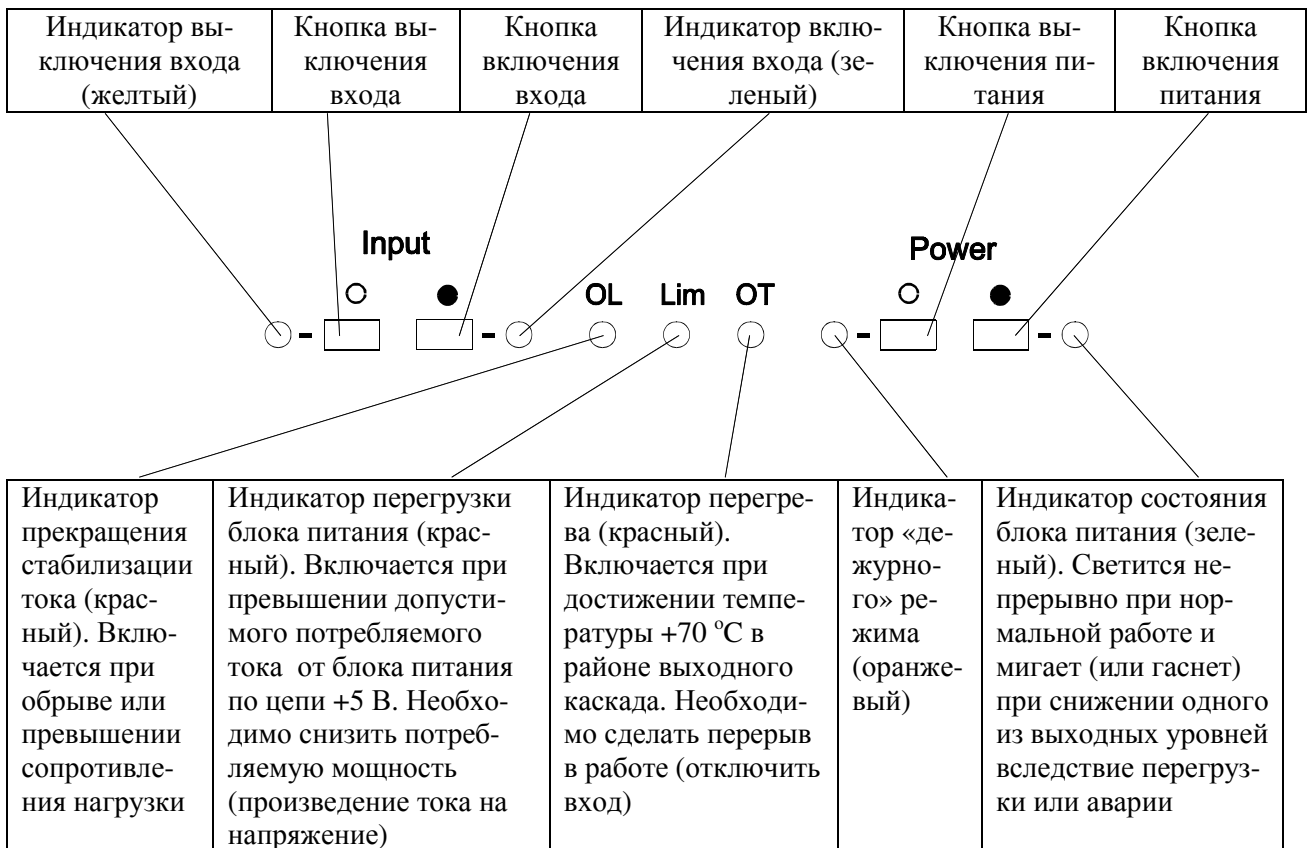


Рисунок 2.5 – Кнопки и индикаторы преобразователя ПНТ-50

2.2.16.3.2 Первые две кнопки управляют реле, позволяющим отключить вход схемы преобразователя от входного разъема. При отключенном входе на выходе преобразователя устанавливается ток, равный нулю. Благодаря этому режиму можно работать с калибратором Н4-11, не отсоединяя от него входной кабель преобразователя. Состояние входного реле индицируется соответствующими светодиодами (см. рисунок 2.5).

ВНИМАНИЕ! Ввиду того, что состояние входного реле не изменяется при выключении питания преобразователя (применено поляризованное реле), поэтому перед выключением питания рекомендуется выключать и вход преобразователя.

ВНИМАНИЕ! Максимальное напряжение, которое можно подавать на отключенный вход преобразователя, составляет 200 В переменного тока.

2.2.16.3.3 Кнопками управления блоком питания осуществляется включение или выключение питания всей схемы преобразователя, хотя в первую очередь это важно для выходного каскада, потребляющего значительную мощность. Кроме этого выключенный пре-

образователь перестает быть источником помехи с частотой около 150 кГц (несущая частота широтно-импульсной модуляции), которая может помешать выполнению других измерительных операций при низких уровнях напряжения. Поэтому при включении сетевого питания, выключатель которого размещен на задней панели преобразователя, включается только источник «дежурного» напряжения («ждущий режим»), а питание всей схемы преобразователя выключено. Состояние «дежурного» режима (наличие «дежурного» напряжения) отражается свечением оранжевого светодиода на передней панели преобразователя. При включении схемы питания включаются и другие светодиоды, отражающие текущее состояние преобразователя (см. рисунок 2.5).

2.2.16.3.4 Кроме светодиодов индикации состояния кнопок управления на передней панели преобразователя находятся светодиодные индикаторы состояния преобразователя. Их назначение также указано на рисунке 2.5.

2.2.16.4 Порядок установки выходного тока и другие вопросы практического применения

2.2.16.4.1 Операции установки выходного тока всегда должна предшествовать подготовка измерительной схемы, которую необходимо проводить при отключенном входе и выключенном питании преобразователя. Это особенно необходимо при подключении преобразователя к проверяемому устройству (или к измерительной схеме), имеющему низкое внутреннее сопротивление и максимально допустимый ток значительно меньше максимального тока преобразователя. В противном случае оно может быть выведено из строя. Например, мультиметр с пределом измерения 2 А, имеющий на входе шунт сопротивлением 0,1 Ом и предохранитель на 3 А (или даже 6 А), будет выведен из строя (сгорит предохранитель), если присоединить его к разорванным выходным клеммам включенного преобразователя (даже если вход преобразователя был отключен). Причиной тому – состояние, которое приняла схема преобразователя при отсутствии нагрузки: разрыв обратной связи и максимальное напряжение на выходе, равное 5 В. В результате, при подключении нагрузки через нее в течение нескольких миллисекунд может протекать ток с неконтролируемой амплитудой (сама схема преобразователя ограничивает выходной ток на уровне около 200 А). Чтобы исключить такую возможность, необходимо всегда придерживаться рекомендуемого порядка подключения нагрузки.

ВНИМАНИЕ! Рекомендуется подключение нагрузки и установку выходного тока производить в следующем порядке:

- выключить вход преобразователя;
- выключить питание преобразователя;
- подключить нагрузку;
- включить преобразователь;
- ввести с клавиатуры калибратора необходимое значение тока;
- включить вход преобразователя. Далее можно устанавливать сколько угодно значений выходного тока;
- снова выключить вход, а затем и питание преобразователя перед отсоединением нагрузки.

Тем не менее, вероятность выхода из строя устройств, не выдерживающих перегрузку, при подключении к преобразователю остается, если не во время переходных процессов, так из-за ошибки оператора. Можно рекомендовать еще один способ защиты особенно «слабых» нагрузок (например, термопреобразователей) – замыкание выходных клемм преобразователя на все время, пока не потребуются подать ток в нагрузку.

2.2.16.4.2 Описанные меры предосторожности необходимы для устройств с номинальным током до 5 А. Устройства (амперметры, трансформаторы тока и токовые шунты) с

номинальным током более 5 – 10 А обычно способны выдержать перегрузки, возникающие при работе с преобразователем, даже при нарушении рекомендованного порядка.

2.2.16.4.3 Необходимо представлять, что импеданс нагрузки преобразователя в значительной степени влияет на глубину обратной связи, устойчивость, диапазон частот. Наилучшие характеристики (точность, диапазон частот, коэффициент гармоник) преобразователь ПНТ-50 обеспечивает при сопротивлении нагрузки в пределах от 0,01 до 0,05 Ом. При увеличении сопротивления нагрузки все эти параметры ухудшаются (так, при нагрузке сопротивлением более 0,1 Ом их значение начинает превышать нормируемые значения на частоте 1 кГц, а при сопротивлении более 0,5 – 1 Ом нормальная работа преобразователя становится практически невозможной).

2.2.16.4.4 Снижение сопротивления нагрузки может привести к ухудшению устойчивости, однако реально этот режим встречается редко, т.к. только суммарное сопротивление соединительных кабелей из комплекта преобразователя составляет около 0,006 Ом. В любом случае устойчивость всегда можно восстановить добавлением последовательного сопротивления (применением более длинного кабеля). Причиной нарушения устойчивости может быть индуктивный характер нагрузки, а ее улучшению также будет способствовать добавление последовательного сопротивления.

2.2.16.4.5 Преобразователь фактически обеспечивает напряжения на нагрузке не менее 2,5 В постоянного тока и не менее 2 В переменного тока, однако оптимальным является диапазон напряжения от 0,5 до 1,5 В. При этом обеспечивается наилучшее соотношение сигнал/шум и минимальный коэффициент гармоник. Когда имеется возможность выбора параметров измерительной схемы, следует использовать значения, близкие к оптимальному сопротивлению и напряжению нагрузки. В случаях, когда хотя бы один из этих параметров приближается к предельному значению, рекомендуется провести дополнительное исследование, чтобы установить насколько удовлетворительно качество выходного тока преобразователя в этом режиме. Последняя рекомендация необязательна, если предстоит выполнять измерения на постоянном токе или частоте 50 Гц, но очень актуальна на частотах выше 200 – 400 Гц.

2.2.16.4.6 Высокая концентрация регулируемой мощности в преобразователе приводит к значительному нагреву элементов выходного каскада. Для предотвращения катастрофического разрушения схемы следует придерживаться следующих правил.

ВНИМАНИЕ!

1 Запрещается при температуре окружающей среды выше +25 °С и при токе свыше 32 А работать более 5 мин без перерыва, равного времени работы.

2 При срабатывании датчика перегрева необходимо немедленно прекратить работу. Наилучшим способом прекращения работы является отключение входа (при этом нагрев прекращается, а вентиляция и охлаждение продолжаются).

2.2.16.4.7 Необходимость интенсивного воздушного охлаждения преобразователя приводит к быстрому накоплению пыли. Чтобы замедлить этот процесс, рекомендуется все время, пока преобразователь не используется, держать его выключенным, например, в «дежурном» режиме. Тем более что он не требует прогрева и может быть включенным в сеть (в «дежурном» режиме) сколь угодно долго. Потребляемая мощность при этом не превышает 5 ВА.

3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

3.1 Общие положения

3.1.1 Во время, до и после проведения работ по уходу за прибором и преобразователем ПНТ-50 необходимо соблюдать меры безопасности, изложенные в п.2.1.1.

3.1.2 О проведенных операциях по техническому обслуживанию необходимо делать отметки в формуляре прибора.

3.1.3 Порядок и периодичность технического обслуживания зависят от этапов эксплуатации (непосредственное использование по назначению, хранение, кратковременное или длительное, транспортирование).

Техническое обслуживание включает контрольный осмотр и устранение мелких неисправностей, а также периодическую поверку (калибровку) прибора и подготовку к ней.

При контрольном осмотре проверяются органы управления, присоединения и подключения, производится очистка прибора от пыли и грязи без его вскрытия.

Неисправные приборы направляются в ремонт.

3.2 Общие указания по введению поправочных коэффициентов

3.2.1 В калибраторе Н4-11 осуществляется введение поправочных коэффициентов (калибрование) в цифровом виде без вскрытия прибора. Методы калибрования описаны в п.3.3. Цифровое калибрование проводится в исправном приборе при периодическом обслуживании для коррекции временного дрейфа электрических элементов.

В приборе имеются и органы аналогового калибрования (регулировки) - в выходных усилителях, плате индикации. Это элементы, предназначенные для начальной установки режимов схемы – начального тока выходных транзисторов и настройки контрастности индикатора. В преобразователе ПНТ-50 – для коррекции смещения, установки масштаба преобразования и выравнивания частотной характеристики. Методы регулировок описаны в п.3.4.

3.2.2 Рекомендуемая периодичность калибрования прибора – двадцать четыре месяца, а также по мере необходимости – при очередных поверках (калибровках) прибора.

Дополнительное калибрование рекомендуется проводить после ремонта, продолжительного хранения (более одного года) или продолжительного пребывания при предельных температурах (несколько месяцев). Необходимость такого дополнительного калибрования определяется после приработки прибора длительностью не менее 24 ч.

3.2.3 При периодичности поверки (калибровки) прибора более двух лет погрешность прибора в течение первых трех лет эксплуатации увеличивается в полтора раза, а в течение пяти лет – удваивается при выполнении следующих условий:

- сохранять настройку элементов регулировки;
- не проводить замену элементов электрической схемы;
- не допускать продолжительного воздействия предельных температур, высокой влажности или агрессивных сред, приводящих к деградации параметров элементов и разрушению конструкции.

3.2.4 Введение поправочных коэффициентов прибора выполняется в нормальных условиях эксплуатации: при температуре $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ и влажности до 80 %. Для снижения погрешности прибора температура, при которой осуществляется калибрование, может быть изменена и приближена к средней температуре эксплуатации (от 15 до 35 $^\circ\text{C}$). За время калибрования изменение температуры не должно превышать $\pm 2^\circ\text{C}$.

При калибровании прибор должен быть прогрет в течение 1 ч. Если прибор продолжительное время (более 1 мес.) не включался, - необходимо перед калиброванием дополнительно приработать его в нормальных условиях в течение 24 ч.

3.2.5 При калибровании прибора следует учитывать такую особенность организации ЭНЗУ, что даже неполное калибрование восстанавливает признаки исправности ЭНЗУ

(контрольную сумму). Поэтому для полного калибрования прибора необходимо, чтобы были внесены все калибровочные константы (выполнены все шаги калибрования). При неполном калибровании вместо невнесенных констант записываются инициализированные значения - единичный масштабный коэффициент.

ВНИМАНИЕ! Для предотвращения записи ошибочных данных в ЭНЗУ в процессе введения поправочных коэффициентов не следует допускать выключения прибора, а также необходимо принимать меры по снижению вероятности сбоев сетевого питания.

3.2.6 При калибровании используются те же операции, что и при поверке (калибровке) прибора. Поэтому в данном разделе даются ссылки на необходимые методики раздела «Методика поверки (калибровки)» и дополнительные пояснения. Состав метрологических средств, необходимых для введения поправочных коэффициентов прибора Н4-11, совпадает с перечнем средств поверки (калибровки) раздела «Методика поверки (калибровки)». Калибруемые параметры приведены в таблице 3.1.

3.3 Введение цифровых поправочных коэффициентов

3.3.1 Введение поправочных или калибровочных коэффициентов прибора Н4-11 осуществляется путем автоматического вычисления и записи в ЭНЗУ цифровых масштабных коэффициентов и включает в себя:

- технологическое калибрование смещения и масштаба ЦАП опорного напряжения при двух полярностях, коррекцию частотной характеристики в режимах воспроизведения переменного напряжения и тока, калибрование частоты генератора сигналов переменного тока;

- введение масштабных коэффициентов всех пределов постоянного и переменного напряжения и тока в нормальном режиме работы. В число корректируемых пределов входят также пределы, воспроизводимые с помощью преобразователя ПНТ-50. В последнем случае осуществляется калибрование масштаба выходного напряжения, подаваемого на вход преобразователя. Это делает возможным проводить комплектное калибрование прибора с преобразователем;

- калибрование масштабных коэффициентов всех пределов постоянного и переменного напряжения и тока в режиме амплитудной манипуляции. При этом устанавливается значение амплитуды импульсов в состоянии режима «М0».

Калибрование прибора выполняют в точках, приведенных в таблице 3.1, соблюдая указанный порядок шагов калибрования. Для калибрования на выходе прибора устанавливается определенный уровень, который измеряется с помощью внешних мер, с клавиатуры вводится поправка и подается команда о вычислении поправочного коэффициента. В процессе калибрования уровень выходного напряжения обновляется с учетом введенного коэффициента, позволяя оператору следить за результатом работы. При необходимости операция калибрования повторяется.

Таблица 3.1 – Параметры калибрования прибора Н4-11

Номер шага калибрования	Калибруемый уровень		Точность калибрования **, ±	Методика калибрования	Калибруемый режим, предел, блок ***
	номинальное значение	погрешность измерения *, ±			
Напряжение постоянного тока «DC»					
00	0	0.01 мВ	0.1 мВ	п.3.3.5	2 В
01	0.2 В	0.02 %	0.02 мВ		0.2 В
02	0.2 В	0.1 %	0.2 мВ		0.2 В «M0»
03	2 В	0.01 %	0.2 мВ		2 В
04	2 В	0.1 %	2 мВ		2 В «M0»
05	20 В	0.01 %	2 мВ		20 В
06	20 В	0.1 %	20 мВ		20 В «M0»
07	100 В	0.02 %	20 мВ		200 В
08	100 В	0.1 %	200 мВ		200 В «M0»
09	500 В	0.03 %	0.5 В		600 В
Напряжение переменного тока «AC»					
10	0.2 В, 1 кГц	0.06 %	0.05 мВ	п.3.3.6	0.2 В
11	0.2 В, 1 кГц	0.2 %	0.1 мВ		0.2 В «M0»
12	2 В, 1 кГц	0.03 %	0.2 мВ		2 В
13	2 В, 1 кГц	0.2 %	1 мВ		2 В «M0»
14	20 В, 1 кГц	0.03 %	2 мВ		20 В
15	20 В, 1 кГц	0.2 %	10 мВ		20 В «M0»
16	100 В, 1 кГц	0.05 %	20 мВ		150 В
17	100 В, 1 кГц	0.2 %	100 мВ		150 В «M0»
18	500 В, 100 Гц	0.1 %	100 мВ		600 В
Сила постоянного тока «DC»					
19	20 мА	0.03 %	0.003 мА (0.3 мВ)	п.3.3.7	20 мА
20	20 мА	0.2 %	0.01 мА (1 мВ)		20 мА «M0»
21	200 мА	0.03 %	0.03 мА (0.3 мВ)		200 мА
22	200 мА	0.2 %	0.1 мА (1 мВ)		200 мА «M0»
23	2000 мА	0.04 %	0.5 мА (0.05 мВ)		2000 мА
24	2000 мА	0.3 %	1 мА (0.1 мВ)		2000 мА «M0»
25	20 А (2 В)	0.07 %	10 мА (0.1 мВ)		20 А
26	20 А (2 В)	0.2 %	100 мА (1 мВ)		20 А «M0»
27	30 А (3 В)	0.1 %	20 мА (0.2 мВ)		50 А
28	30 А (3 В)	0.3 %	200 мА (2 мВ)		50 А «M0»
Сила переменного тока «DC»					
29	20 мА, 1 кГц	0.07 %	0.003 мА (0.3 мВ)	п.3.3.8	20 мА
30	20 мА, 1 кГц	0.3 %	0.01 мА (1 мВ)		20 мА «M0»
31	200 мА, 1 кГц	0.07 %	0.03 мА (0.3 мВ)		200 мА
32	200 мА, 1 кГц	0.3 %	0.1 мА (1 мВ)		200 мА «M0»
33	1000 мА, 1 кГц	0.07 %	0.5 мА (0.05 мВ)		2000 мА
34	1000 мА, 1 кГц	0.3 %	1 мА (0.1 мВ)		2000мА «M0»
35	20 А, 400 Гц (2 В)	0.1 %	10 мА (0.1 мВ)		20 А
36	20 А, 400 Гц (2 В)	0.3 %	100 мА (1 мВ)		20 А «M0»
37	30 А, 400 Гц (3 В)	0.1 %	20 мА (0.2 мВ)		50 А
38	30 А, 400 Гц (3 В)	0.3 %	200 мА (2 мВ)		50 А «M0»

Продолжение таблицы 3.1

Номер шага калибрования	Калибруемый уровень		Точность калибрования **, ±	Методика калибрования	Калибруемый режим, предел, блок ***
	номинальное значение	погрешность измерения *, ±			
Системные калибрования линейности и частоты (требуется при выпуске или после ремонта)					
39	+20 В	0.01 %	1 мВ	п.3.3.8.1	20 В
40	-20 В	0.01 %	1 мВ		20 В
41	0.2 В, 5 кГц	0.1 %****	0.1 мВ	п.3.3.8.2	0.2 В
42	2 В, 5 кГц	0.1 %****	0.5 мВ		2 В
43	20 В, 5 кГц	0.1 %****	5 мВ		20 В
44	150 В, 5 кГц	0.1 %****	30 мВ		150 В
45	500 В, 500 Гц	0.15 %*****	100 мВ		600 В
46	2 В, 1 кГц	0.01 %	0.1 Гц	п.3.3.8.3	0.01 – 11 кГц
47	20 мА, 5 кГц	0.07 %	0.003 мА (0.3 мВ)	п.3.3.8	20 мА
48	200 мА, 5 кГц	0.07 %	0.03 мА (0.3 мВ)		200 мА
49	1000 мА, 5 кГц	0.07 %	0.5 мА (0.05 мВ)		2000 мА
50	20 А, 1 кГц	0.15 %	10 мА (0.1 мВ)		20 А
51	30 А, 1 кГц	0.15 %	20 мА (0.2 мВ)		50 А
* Допускаемая погрешность измерения уровня, установленного на выходе калибратора					
** Допускаемое отклонение выходного уровня от номинального значения после калибрования по прибору, контролирующему выходной уровень. В скобках указано допускаемое отклонения напряжения на мере сопротивления					
*** Указана дополнительная информация, которую можно использовать для поиска неисправности и при ремонте прибора					
**** Указана неравномерность частотной характеристики в частотном диапазоне 1 – 10 кГц					
***** Указана неравномерность частотной характеристики в частотном диапазоне 100 Гц – 1 кГц					

3.3.2 Режим калибрования включается следующим образом:

- нажать кнопки **[Shift]** и **[V]**. На индикаторе должно появиться сообщение «Calibr_of_Scale» и запрос ввода кода-ключа;

- ввести трехзначный код-ключ - число 411. Набор кода производится кнопками цифрового ввода **[4]**, **[1]** и **[1]** с интервалом не более 2,5 с между нажатиями;

- если код введен правильно, то прибор переходит в режим выбора шага калибрования - появляется сообщение выбора номера шага – «Cal_Step_N=XX». В противном случае прибор переходит в исходный режим, и вызов режима калибрования нужно повторить сначала;

- нажатием кнопок **[←]** (кнопка приобретает значение «уменьшение номера шага») или **[→]** («увеличение номера шага») выбирается необходимый номер шага калибрования. Нажать кнопку **[Enter]** и подтвердить выбор шага калибрования;

- на индикаторе установится значение калибровочного уровня, частоты и остальных режимов, свойственных этому шагу, а также сообщение «Step xx Calibr» на нижней строке, подтверждающее переход в режим ввода значения калибровочного коэффициента. При этом также включен режим редактирования выхода с курсором в младшем разряде (в крайней правой позиции), на индикаторе отображается значение относительного отклонения выхода. Далее прибор ожидает редактирования выходного уровня вращающимся кодовым переключателем.

3.3.3 Процедура калибрования состоит из следующих действий:

- включить режим калибрования и выбрать необходимый шаг (см. п.3.3.2);
- подать калибровочный уровень (см. таблицу 3.1) на вход измерительного прибора (измерительной схемы);
- вращающимся кодовым переключателем отредактировать выходной уровень до получения показаний измерительного прибора с необходимой точностью;
- после установления стабильных показаний нажать кнопку **[Enter]** - произойдет автоматическое обновление соответствующего масштабного коэффициента, приводящее показания к номинальному значению (см. таблицу 3.1). На индикаторе также установится номинальное значение;
- проверить показания прибора, контролирующего выход. Если показания значительно отличаются от номинального значения, необходимо повторить калибрование, снова отредактировав выходное значение, и нажать кнопку **[Enter]**. Если обновленные показания соответствуют номинальному значению выходного сигнала с допустимой точностью (см. таблицу 3.1), то калибрование данного вида можно считать законченным. Чтобы выйти из режима калибрования, необходимо нажать кнопку **[Clr]** (кнопка в режиме калибрования приобретает значение «отмены»), и прибор вернется в режим выбора шага калибрования. Если уровень выходного калиброванного сигнала при редактировании более чем на 25 % отличается от номинального значения, на индикаторе появляется сообщение об ошибке «Error!», а записи калибровочного коэффициента в ЭНЗУ не происходит;
- далее выбирается другой шаг калибрования прибора, и указанные действия повторяются или следующим нажатием кнопки **[Clr]** осуществляется выход из режима калибрования.

3.3.4 В приборе предусмотрена возможность выборочного калибрования, в связи с чем отсутствуют ограничения на порядок калибрования шагов: он может быть произвольным. Однако некоторые ограничения все-таки существуют, чем и объясняется порядок шагов, указанный в таблице 3.1:

- окончательное калибрование масштабов в режимах воспроизведения постоянного и переменного напряжения и тока (шаги «01» - «38») должна производиться только после калибрования нуля ЦАП постоянного напряжения на шаге «00» и общего масштаба положительной и отрицательной полярности (шаги «39», «40»);
- калибрование масштабов в режиме воспроизведения силы тока (шаги «19» - «30») должно производиться после предварительного калибрования масштабов воспроизведения напряжения;
- окончательное калибрование «наклона» АЧХ в режиме воспроизведения переменного напряжения (шаги «41» - «45») должно производиться после предварительного калибрования масштабов на переменном токе.

3.3.5 Для калибрования прибора Н4-11 в режиме воспроизведения напряжения постоянного тока (шаги от «00» до «09») необходим вольтметр постоянного тока, обеспечивающий измерение уровней согласно таблице 3.1. Рекомендуемый вольтметр - В7-64 (В7-64/1). Калибровочная схема представлена на рисунке 6.1 (см. раздел 6 «Методика поверки (калибровки)»). Калибрование проводится при уровнях, указанных в таблице 3.1 (устанавливаются автоматически при вводе номера шага), и включает в себя следующие операции:

- подготовку схемы калибрования и используемой аппаратуры. При калибровании низких уровней (шаги «00» - «01») необходимо воспользоваться режимом усреднения вольтметра (включается кнопкой **[Avr]**). При этом индицируется дополнительный разряд (включается 6-разрядная шкала) и улучшается стабильность показаний;
- включение режима калибрования и установка номера шага (см. п.3.3.3);
- измерение и редактирование выходного уровня до получения номинального значения с требуемой точностью;
- ввод калибровочного значения и вычисление калибровочной константы;

- повторное измерение и анализ результатов калибрования;
- переход к другому шагу калибрования при успешном выполнении калибрования или выход из режима калибрования.

3.3.6 Калибрование прибора Н4-11 в режиме воспроизведения напряжения переменного тока производится в точках, указанных в таблице 3.1, с помощью методики п.6.6.3.2 по схеме в соответствии с рисунком 6.4 (вольтметром В7-64/1 методом сличения с выходным напряжением калибратора Н4-6). Отличие заключается в том, что фиксируется не погрешность воспроизведения, а устанавливается точный уровень выходного напряжения.

При выполнении предварительного калибрования и при калибровании в режиме амплитудной манипуляции выходное напряжение калибратора может устанавливаться непосредственно по вольтметру В7-64/1.

3.3.7 Калибрование прибора Н4-11 в режиме воспроизведения силы постоянного и переменного тока производится в точках, указанных в таблице 3.1, с помощью методики п.6.6.3.3 по схеме в соответствии с рисунком 6.5. Отличие заключается в том, что фиксируется не погрешность воспроизведения, а устанавливается точный уровень напряжения на мерах сопротивления. На постоянном токе падение напряжения на мерах сопротивления (постоянного тока) устанавливается непосредственно вольтметром В7-64/1. На переменном токе это напряжение сличается с выходным напряжением калибратора Н4-6 и используются меры сопротивления переменного тока (для предварительного калибрования могут использоваться меры сопротивления постоянного тока).

При выполнении предварительного калибрования и при калибровании в режиме амплитудной манипуляции напряжение на мерах сопротивления (или шунтах) может устанавливаться непосредственно по вольтметру В7-64/1.

Калибрование пределов воспроизведения «20 А» и «50 А», обеспечиваемых преобразователем ПНТ-50, имеет некоторые особенности и выполняется в несколько этапов:

- вначале устанавливается не ток на выходе преобразователя, а напряжение, подаваемое на его вход. При этом методика калибрования аналогична той, которая применяется при калибровании пределов постоянного (п.3.3.5) и переменного (п.3.3.6) напряжения. Если в комплекте прибора отсутствует преобразователь, то последующие операции не выполняются;

- используя методику п.6.6.3.3, определяют погрешность воспроизведения силы тока на этих пределах в комплекте с преобразователем ПНТ-50;

- если погрешность воспроизведения тока на пределах «20 А» и «50 А» превышает допустимую, то проводят аналоговое калибрование преобразователя ПНТ-50 по методике, описанной в подразделе 3.4;

- в случае если аналоговое калибрование не дало требуемого результата или если оно затруднено по другим причинам, возможно проведение комплектного калибрования прибора с преобразователем. Однако следует иметь в виду, что применение такого калибрования ограничивает применение приборов данного комплекта с другими приборами. Поэтому желательно, чтобы величина корректирующего воздействия, вводимая на последнем этапе, была минимальной.

3.3.8 Калибрование системных параметров (по пп.3.3.8.1 – 3.3.8.4) прибора обычно должно выполняться при выпуске или ремонте, обусловленном заменой элементов, влияющих на эти параметры. Системное калибрование призвано скомпенсировать индивидуальный разброс параметров отдельных элементов или частей схемы. Системное калибрование также обязательно должно выполняться при стирании данных ЭНЗУ.

3.3.8.1 Выравнивание масштаба опорного источника при положительной и отрицательной полярности (шаги «39», «40») производится в точках, указанных в таблице 3.1. Это калибрование выполняется с помощью методики раздела п.6.6.3.1 (по схеме в соответствии с рисунком 6.1). Масштаб, введенный на этих шагах, имеет глобальное действие на все пределы воспроизведения постоянного и переменного напряжения и тока. На переменном токе действует масштабный коэффициент положительной полярности.

3.3.8.2 Калибрование частотной характеристики («наклона» АЧХ) на пределах воспроизведения переменного напряжения производится только при необходимости. Нужно помнить, что в схеме имеются элементы (переменные конденсаторы) для регулирования АЧХ в аналоговом виде и что аналоговое выравнивание АЧХ является основным, а цифровое калибрование АЧХ должно и может использоваться только для исправления незначительной неравномерности (менее 1 - 2 %). С помощью калибрования этого вида производится выравнивание уровней переменного напряжения на частоте 5 кГц относительно уровня на частоте 1 кГц, но введенные поправки действуют во всем частотном диапазоне. При этом нужно учитывать, что введенный коэффициент частотной поправки будет действовать по квадратичному закону, т.е. пропорционально квадрату частоты (так, на частоте 10 кГц ее действие будет в четыре раза больше, чем на частоте 5 кГц). Калибрование частотной характеристики производится на основании анализа формы АЧХ в диапазоне свыше 1 кГц следующим образом:

- а) собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 6.1 (вольтметр В7-64/1 включен на выход калибратора);
- б) установить уровень выходного напряжения U_p , соответствующий одному из пределов воспроизведения с частотой 1 кГц (100 Гц для диапазона 600 В);
- в) зафиксировать показания вольтметра, например, нажатием кнопки $\Delta\%$;
- г) изменяя частоту выходного напряжения, фиксировать показания вольтметра не менее чем в четырех частотных точках в диапазоне от 1 до 10 кГц, например, на частотах 2, 3, 5 и 10 кГц. Если в этом частотном диапазоне неравномерность АЧХ не превышает $\pm 0,15\%$, то ее калибрование можно не проводить;
- д) построить сглаженную частотную характеристику (в процентной шкале) и приблизительно определить значение поправки $\Delta U = U_p \cdot \gamma$, на которое необходимо скорректировать уровень на частоте 5 кГц (500 Гц для диапазона 600 В), чтобы получить равномерную АЧХ (γ - это значение поправки в процентах);
- е) включить режим калибрования, выбрать шаг калибрования, соответствующий калибруемому пределу (из шагов «41» – «45»);
- ж) ввести поправку выходного напряжения на величину ΔU ;
- и) выйти из режима калибрования и снова проверить равномерность АЧХ. Если желаемый результат не получен, необходимо проанализировать данные измерений и повторить операции по перечислению г) – и). Если многократное цифровое калибрование АЧХ не обеспечивает требуемой линейности, необходимо повторить операции аналогового выравнивания в соответствии с подразделом 3.4.

3.3.8.3 Калибрование частоты генератора сигналов переменного тока производится в точке, указанной в таблице 3.1. Это калибрование выполняется с помощью методики п.6.6.3.4 (по схеме в соответствии с рисунком 6.6). Для его проведения необходимо:

- собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 6.6 (вольтметр В7-64/1 в режиме измерения частоты включен на выход калибратора);
- включить режим калибрования и выбрать шаг калибрования «46»;
- включить режим редактирования частоты и добиться соответствия выходной частоты (1 кГц) значению, указанному в таблице 3.1.

3.3.8.4 Калибрование частотной характеристики («наклона» АЧХ) на пределах воспроизведения силы переменного тока также производится только при необходимости. С помощью калибрования этого вида осуществляется выравнивание уровней переменного тока на частоте 5 кГц (1 кГц для ПНТ-50) относительно уровня на частоте 1 кГц (100 Гц для ПНТ-50), но введенные поправки действуют во всем частотном диапазоне. При этом нужно учитывать, что введенный коэффициент частотной поправки будет действовать по квадратичному закону, т.е. пропорционально квадрату частоты (так, на частоте 2 кГц ее действие будет в четыре раза больше, чем на частоте 1 кГц). Калибрование частотной характеристики производится на основании анализа формы АЧХ в диапазоне свыше 1 кГц (свыше 100 Гц для ПНТ-50) следующим образом:

- а) собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 6.5 (вольтметр В7-64/1 подключен к потенциальным выводам меры сопротивления переменного тока);
- б) установить уровень выходного тока I_p , соответствующий одному из пределов воспроизведения с частотой 1 кГц (100 Гц для диапазонов 20 и 50 А);
- в) зафиксировать показания вольтметра, например, нажатием кнопки $\Delta\%$;
- г) изменяя частоту выходного тока, фиксировать показания вольтметра не менее чем в трех частотных точках в диапазоне от 1 до 5 кГц (от 100 до 1000 Гц для ПНТ-50), например, на частотах 2, 3, 4 и 5 кГц (от 200, 400, 700 и 1000 Гц для ПНТ-50). Если в этом частотном диапазоне неравномерность АЧХ не превышает $\pm 0,15\%$, то ее калибрование можно не проводить;
- д) построить сглаженную частотную характеристику (в процентной шкале) и приблизительно определить значение поправки $\Delta I = I_p \cdot \gamma$, на которое необходимо скорректировать уровень на частоте 5 кГц (1000 Гц для диапазонов 20 и 50 А), чтобы получить равномерную АЧХ (γ - это значение поправки в процентах).;
- е) включить режим калибрования, выбрать шаг калибрования, соответствующий калибруемому пределу (из шагов «47» – «51»);
- ж) ввести поправку выходного тока на величину ΔI ;
- и) выйти из режима калибрования и снова проверить равномерность АЧХ. Если желаемый результат не получен, необходимо проанализировать данные измерений и повторить операции по перечислению г) – и). Если многократное цифровое калибрование АЧХ не обеспечивает требуемой линейности, необходимо повторить операции аналогового выравнивания в соответствии с подразделом 3.4.

3.4 Аналоговое калибрование прибора (регулировка)

3.4.1 Калибрование (регулировку) прибора выполняют в режимах и точках, приведенных в таблице 4.1 раздела 4 КМСИ.411182.011 РЭ1 (часть 2 настоящего руководства). Там же приведены все методики регулировки, рисунки с расположением органов регулирования и другие необходимые сведения. Следует иметь в виду, что это технологические регулировки. Если с прибором ничего не случилось, то производить регулировку не требуется.

3.5 Требования к средствам калибрования и регулировки прибора

3.5.1 Аппаратура, необходимая для калибрования прибора, и основные требования к ней в используемых точках представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Аппаратура, используемая для калибрования прибора

Режим	Калибровочные уровни	Допускаемая погрешность, \pm	Рекомендуемое средство измерения	
			основное	заменяющее
DC	0	10 мкВ	Мультиметр В7-64/1	Вольтметр-калибратор В2-41/1
	0.2 В	0.02 %		
	2 В	0.01 %		
	20 В	0.01 %		
	100 В	0.02 %		
	500 В	0.03 %		
AC	0.2 В 1 – 10 кГц	0.06 %	Мультиметр В7-64/1 и калибратор универсальный Н4-6	Вольтметр-калибратор В1-28
	2 В 1 – 10 кГц	0.03 %		
	20 В 1 – 10 кГц	0.03 %		
	100 В 1 – 10 кГц	0.05 %		
	500 В 0.1 – 1 кГц	0.1 %		

Продолжение таблицы 3.2

Режим	Калибровочные уровни	Допускаемая погрешность, \pm	Рекомендуемое средство измерения	
			основное	заменяющее
DC	20 мА	0.03 %	Мультиметр В7-64/1 и меры сопротивления постоянного тока Р321 (с номиналом 0.1; 10 и 100 Ом); катушка электрического сопротивления измерительная Р310 (0.001 Ом)	Вольтметр-калибратор В2-41/1
	200 мА	0.03 %		
	2000 мА	0.04 %		
	20 А	0.07 %		
	30 А	0.1 %		
AC	20 мА	0.07 %	Мультиметр В7-64/1, калибратор универсальный Н4-6 с усилителем напряжения и меры сопротивления переменного тока МС-01, МС-1, МС-10, МС-100 с номинальными сопротивлениями соответственно 0.01; 1; 10 и 100 Ом *	Вольтметр-калибратор В1-28
	200 мА	0.07 %		
	2000 мА	0.07 %		
	20 А	0.1 %		
	30 А	0.1 %		
АС	1 кГц, 2 В	0.01 %	Мультиметр В7-64/1	Частотомер ЧЗ-63
* Предварительное калибрование может выполняться по мерам сопротивления постоянного тока				

4 ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

4.1 Условия транспортирования и хранения прибора должны соответствовать ГОСТ 22261-94.

4.2 Климатические условия транспортирования и хранения не должны выходить за пределы заданных предельных условий:

- температура окружающего воздуха от минус 50 до 65 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха 95 % при температуре 25 °С.

4.3 Прибор должен допускать транспортирование всеми видами транспорта в упаковке при условии защиты от прямого воздействия атмосферных осадков.

5 УТИЛИЗАЦИЯ

5.1 Прибор Н4-11 отдельно или в комплекте с усилителями силы тока - стандартное электроизмерительное устройство. Оно не содержит взрывоопасных, пожароопасных, радиоактивных, ртутносодержащих и др. компонентов, способных принести ущерб населению или окружающей среде.

5.2 Утилизация драгметаллов в составе электронных компонентов не представляется экономически целесообразной. По указанным причинам обязательных мероприятий по подготовке изделий к утилизации нет.

6 МЕТОДИКА ПОВЕРКИ (КАЛИБРОВКИ)

6.1 Общие сведения

6.1.1 Настоящий раздел устанавливает методы и средства поверки приборов Н4-11 при выпуске из производства, находящихся в эксплуатации и выпускаемых из ремонта. Поверка калибратора универсального Н4-11 должна проводиться при его применении в сферах распространения государственного метрологического контроля и надзора (ГМКиН). При использовании прибора вне сфер ГМКиН допускается проведение калибровки.

6.1.2 Поверка (калибровка) прибора осуществляется не реже одного раза в 2 года.

6.1.3 Поверка (калибровка) прибора может осуществляться в неполном диапазоне воспроизводимых параметров в соответствии с потребностями применения или фактическими возможностями средств поверки (калибровки): подробно см. п.6.7.

6.2 Операции поверки (калибровки)

6.2.1 При проведении поверки (калибровки) должны быть выполнены операции, указанные в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Операции поверки (калибровки)

Наименование операции	Номер проверяемого пункта	Проведение операции при	
		первичной поверке (калибровке)	периодической поверке (калибровке)
Внешний осмотр	6.6.1	Да	Да
Опробование:	6.6.2		
- проверка функционирования и диапазона воспроизведения;	6.6.2.1 – 6.6.2.5	Да	Да
- проверка интерфейса	6.6.2.6	Да	При необходимости При необходимости
- проверка блока нагрузок	6.6.2.7	Да	
Определение метрологических характеристик	6.6.3		
Определение основной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока	6.6.3.1	Да	Да
Определение основной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока	6.6.3.2	Да	Да
Определение основной погрешности воспроизведения силы постоянного и переменного тока	6.6.3.3	Да	Да
Определение погрешности установки частоты сигналов переменного тока и задания длительности временных интервалов амплитудной манипуляции	6.6.3.4	Да	Да
Определение напряжения шумов и пульсаций в режимах воспроизведения напряжения и силы постоянного тока	6.6.3.5	Да	Да
Определение постоянной составляющей в режимах воспроизведения напряжения и силы переменного тока	6.6.3.6	Да	Да
Определение коэффициента гармоник и шумов в режимах воспроизведения напряжения и силы переменного тока	6.6.3.7	Да	Да

6.2.2 При отрицательных результатах поверки (калибровки) прибор признается непригодным к выпуску в обращение и применение и направляется в ремонт. При этом аннулируется или гасится клеймо. Приборы, не подлежащие ремонту, изымаются из обращения и эксплуатации, при этом выдается извещение о непригодности.

6.3 Средства поверки (калибровки)

6.3.1 При проведении поверки (калибровки) должны быть применены средства поверки (калибровки) с характеристиками, указанными в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Средства поверки (калибровки)

Номер проверяемого пункта	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки; метрологические и основные технические характеристики средства поверки (калибровки)
6.6.2.3 – 6.6.2.5, 6.6.3.1 – 6.6.3.4, 6.6.3.6	Мультиметр В7-64/1 Измерение: напряжения постоянного тока 0,1 мВ-600 В с погрешностью $\pm 0,01\%$; напряжения переменного тока 1 мВ-600 В в полосе частот 0,02-10 кГц с погрешностью $\pm 0,1\%$, силы постоянного тока до 2 А и переменного тока до 2 А в полосе частот 0,02-1 кГц с погрешностью $\pm 0,1\%$, частоты 0,01 – 10 кГц с погрешностью $\pm 0,01\%$. Разрешающая способность 5,5 разрядов для относительных измерений
6.6.3.2, 6.6.3.3	Калибратор универсальный Н4-6 с усилителем напряжения Воспроизведение напряжений переменного тока 0,01 – 600 В в полосе частот 0,02 – 10 кГц с погрешностью $\pm(0,03 - 0,1)\%$
6.6.3.4	Осциллограф С1-114/1 Полоса пропускания 1 МГц, чувствительность 2 мВ/см, наличие выхода «пилы»
6.6.3.7	Измеритель нелинейных искажений СК6-13 Диапазон напряжений 0,2 - 100 В; диапазон измеряемых искажений 0,05 - 2 %; погрешность не более $\pm 10\%$
6.6.3.5	Вольтметр переменного тока В3-71 Диапазон напряжений 100 мкВ - 1000 мВ в полосе частот до 1000 кГц с погрешностью $\pm 15\%$
6.6.3.3, 6.6.3.5, 6.6.3.6	Катушка электрического сопротивления измерительная Р321 Номинальное сопротивление 100 Ом с погрешностью не более $\pm 0,02\%$ и с допустимым током 20 мА
6.6.3.3, 6.6.3.5	Катушка электрического сопротивления измерительная Р321 Номинальное сопротивление 10 Ом с погрешностью не более $\pm 0,02\%$ и с допустимым током 200 мА
6.6.3.3, 6.6.3.5, 6.6.3.7	Катушка электрического сопротивления измерительная Р321 Номинальное сопротивление 0,1 Ом с погрешностью не более $\pm 0,02\%$ и с допустимым током 3 А
6.6.3.3, 6.6.3.5, 6.6.3.6	Катушка электрического сопротивления измерительная Р321 Номинальное сопротивление 0,01 Ом с погрешностью не более $\pm 0,03\%$ и с допустимым током 10 А
6.6.2.5, 6.6.3.3, 6.6.3.5	Катушка электрического сопротивления измерительная Р310 Номинальное сопротивление 0,001 Ом с погрешностью не более $\pm 0,05\%$ и с допустимым током 30 А

Продолжение таблицы 6.2

Номер проверяемого пункта	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки; метрологические и основные технические характеристики средства поверки (калибровки)
6.6.3.3, 6.6.3.6	Мера сопротивления переменного тока с аттестованной частотной погрешностью МС-100 из комплекта приборов Н4-11 или Н4-7 сопротивлением 100 Ом с погрешностью 0,03 % до 1 кГц и с допустимым током 22 мА
6.6.3.3, 6.6.3.6	Мера сопротивления переменного тока с аттестованной частотной погрешностью МС-10 из комплекта приборов Н4-11 или Н4-7 сопротивлением 10 Ом с погрешностью 0,03 % до 1 кГц и с допустимым током 220 мА
6.6.3.3, 6.6.3.5, 6.6.3.6, 6.6.3.7	Мера сопротивления переменного тока с аттестованной частотной погрешностью МС-1 из комплекта приборов Н4-11 или Н4-7 сопротивлением 1 Ом с погрешностью 0,03 % до 1 кГц и с допустимым током 2 А
6.6.3.3, 6.6.3.6, 6.6.3.7	Мера сопротивления переменного тока с аттестованной частотной погрешностью МС-01 из комплекта прибора Н4-11 или Я9-44 сопротивлением 0,01 Ом с погрешностью 0,1 % до 1 кГц и с допустимым током 50 А
6.6.2.7	Калибратор переменного напряжения широкополосный Н5-3 Напряжение 1 В частотой 20 Гц – 1 МГц, погрешность ± 5 %
6.6.2.6	Персональный компьютер РС-АТ IBM-совместимость. Работа программ под управлением DOS, Windows

6.3.2 При проведении поверки (калибровки) разрешается применять другие меры и измерительные приборы, обеспечивающие измерение соответствующих параметров с требуемой точностью.

6.4 Требования безопасности

6.4.1 При поверке (калибровке) прибора необходимо соблюдать правила безопасности в соответствии с подразделом 2.1.1 настоящего руководства по эксплуатации и требованиями эксплуатационной документации на применяемые средства поверки (калибровки).

6.5 Условия поверки (калибровки) и подготовка к ней

6.5.1 При проведении поверки (калибровки) должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха (20 ± 5) °С;
- атмосферное давление (100 ± 4) кПа, (750 ± 30) мм рт.ст.;
- напряжение сети питания $(220 \pm 4,4)$ В, частотой (50 ± 1) Гц;
- относительная влажность воздуха от 45 до 75 %.

6.5.2 Перед проведением поверки (калибровки) необходимы следующие подготовительные работы:

- ознакомиться с разделами 1, 2, 3 настоящего руководства по эксплуатации;
- проверить комплектность прибора;
- выполнить работы, указанные в разделах 2, 3;
- разместитьверяемый прибор на рабочем месте, обеспечив удобство и безопасность эксплуатации;
- соединить проводами клеммы защитного заземления средств поверки (калибровки) с шиной заземления;
- собрать схему поверки (калибровки) в соответствии с проводимой операцией.

6.6 Проведение поверки (калибровки)

6.6.1 Внешний осмотр

6.6.1.1 При проведении внешнего осмотра выключенного прибора устанавливается соответствие поверяемого (калибруемого) калибратора следующим требованиям:

- комплектности прибора согласно таблице 1.12;
- отсутствия механических повреждений;
- прочности крепления элементов корпуса, выходных разъемов и клемм, клавиатуры;
- целостности и состояния изоляции сетевого провода, выходных кабелей и других принадлежностей;
- отсутствия слабо закрепленных внутренних узлов (определяется на слух при наклоне и встряхивании прибора);
- отсутствия нарушения покрытий, особенно поверхностей электрических контактов и кабелей;
- четкости маркировки.

Приборы, имеющие дефекты, бракуются и направляются в ремонт.

6.6.2 Опробование

6.6.2.1 До начала опробования прибора необходимо подготовить его в соответствии с указаниями раздела 2.

6.6.2.2 Включить прибор и произвести проверку индикатора, функционирования клавиатуры и кодового переключателя, для чего вызывать программу тестирования (по п.2.2.4).

6.6.2.3 Проверить диапазон воспроизведения напряжения. Для проведения проверки необходимо:

- собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 6.1;
- установить на выходе калибратора Н4-11 уровни напряжения, указанные в таблице 6.3;
- контролировать появление уровней напряжения, устанавливаемых на выходе калибратора, с помощью вольтметра В7-64/1 (без определения погрешности). Режим измерения вольтметра В7-64/1 выбирается в соответствии с видом воспроизводимого напряжения.

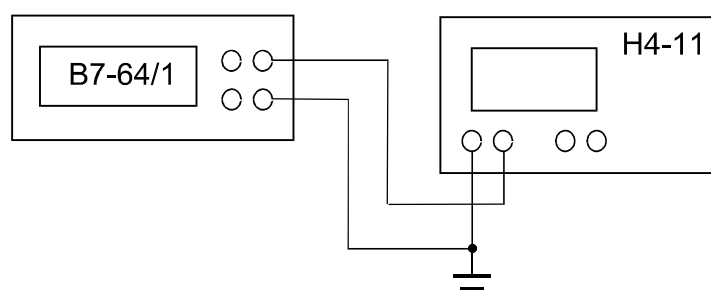


Рисунок 6.1 – Схема для проверки выходного напряжения

Таблица 6.3

Предел	Контролируемый уровень	Измерительная схема	Номинальное напряжение*
0.2 В	+0.2 В, -0.2 В	Рисунок 6.1	0.2 В
2 В	+2 В, -2 В; 2 В, 1 кГц		2 В
20 В	+20 В, -20 В; 20 В, 10 кГц		20 В
20 В	+20 В, -20 В; 20 В, 10 кГц (в режиме «М2»)		14.1 В
150 В	+200 В, -200 В; 150 В, 1 кГц		200 и 150 В
600 В	+600 В, -600 В; 600 В, 100 Гц		600 В
20 мА	+20 мА, -20 мА; 20 мА, 1 кГц	Рисунок 6.2	20 мА
200 мА	+200 мА, -200 мА; 200 мА, 1 кГц		200 мА
2000 мА	+2000 мА, -2000 мА; 2000 мА, 1 кГц		2000 мА
20 А	+20 А, -20 А; 20 А, 1 кГц	Рисунок 6.3 $R_o = 0.001 \text{ Ом}$	20 мВ
50 А	+50 А, -50 А; 50 А, 1 кГц		50 мВ

* Показания контролирующего вольтметра

6.6.2.4 Для проведения проверки диапазонов воспроизведения силы тока необходимо:

- собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 6.2;
- установить на выходе калибратора Н4-11 уровни тока, указанные в таблице 6.3;
- контролировать появление (без определения погрешности) уровней тока, устанавливаемых на выходе калибратора, с помощью вольтметра В7-64/1, включенного в режим измерения силы тока.

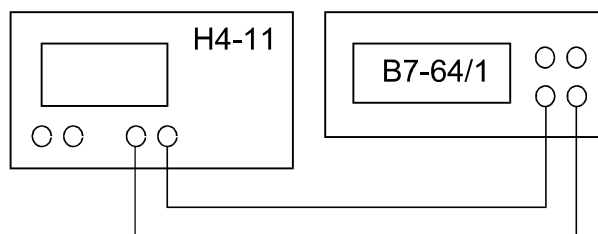


Рисунок 6.2 – Схема для проверки выходного тока

6.6.2.5 При наличии преобразователя ПНТ-50 необходимо проверить его функционирование следующим образом:

- собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 6.3;
- установить на выходе калибратора Н4-11 уровни напряжения, указанные в таблице 6.3;
- контролировать появление уровней тока, устанавливаемых на выходе преобразователя, с помощью вольтметра В7-64/1 по падению напряжения на мере сопротивления 0,001 Ом типа Р310. Режим измерения вольтметра В7-64/1 выбирается в соответствии с видом воспроизводимого тока.

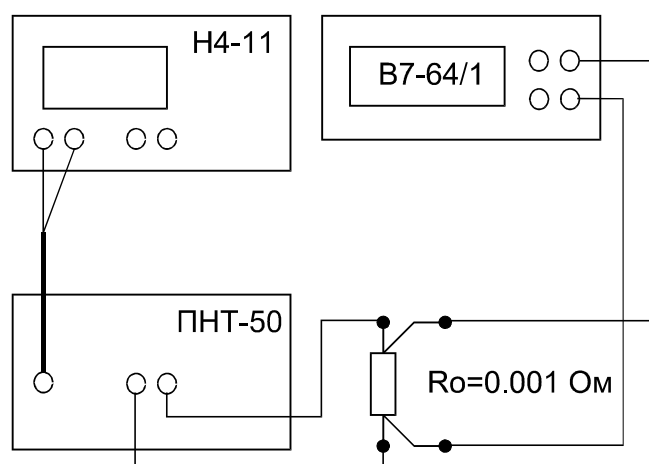


Рисунок 6.3 – Схема для проверки выходного тока преобразователя ПНТ-50

6.6.2.6 Для проверки интерфейса RS-232C прибор подключается к любому из последовательных портов компьютера, носящих резервированные имена (в операционной системе), «COM1» или «COM2». Обычно удобнее использовать порт «COM2» с девятиконтактным разъемом. Схему подключения см. на рисунке 2.6. В процессе проверки и управления компьютер работает в режиме терминала (вводимые с клавиатуры символы передаются в прибор через интерфейс, а принимаемые из прибора - выводятся на экран). В качестве программного обеспечения компьютера могут быть использованы любые программы, эмулирующие режим терминала. Например:

- «PROCOMM» или «TERMINAL» командного процессора «NORTON COMMANDER» (версия 4.0 и старше);
- «TERMINAL» в операционной среде «MICROSOFT WINDOWS» (версия 3.1 и старше).

Параметры настройки эмулятора терминала:

- скорость - 9600 бод (бит/с);
- данные - 8 бит;
- бит «четность» - отсутствует;
- сигнал «СТОП» - 1 бит;
- порт - выбранный пользователем (обычно «COM2»)
- протокол согласования – «XON-XOFF».

Проверку функционирования интерфейса производят следующим образом:

- соединить проверяемый прибор, отключенный от сети, с компьютером посредством кабеля из комплекта его поставки;
- включить проверяемый прибор в сеть;
- запустить программу эмуляции терминала и настроить на параметры, указанные выше. При проверке нескольких приборов можно не выходить из программы терминала. Если данная операция выполняется часто, рекомендуется сохранить настройку на диске (эта операция предусмотрена во всех указанных программах). Клавиатура компьютера должна быть переключена в латинский алфавит;
- нажать на клавиатуре компьютера клавиши «Q» и ENTER (подать команду «запрос состояния прибора»);
- если настройка сделана правильно и приемник и передатчик прибора исправные, то на экране компьютера напечатается строка, отражающая текущее состояние прибора, например:

«+.00100K1.0000»;

- ввести с клавиатуры строки: «K10.000» (переменное напряжение с частотой 10 кГц) и «V1.0000» (напряжение – 1 В). Ввод каждой строки должен заканчиваться нажатием клавиши ENTER (передаются символы разделителя: «CR»- «возврат каретки» и «LF»- «перевод строки»);

- снова подать команду «запрос состояния прибора»;

- если прибор правильно принял установку нового режима, то на экране компьютера должна напечататься строка, отражающая новое состояние прибора (постоянное напряжение 1 В частотой 10 кГц):

«+1.0000K10.000».

Новое значение должно отображаться и на индикаторе выхода (вообще, данные индикатора должны изменяться после каждой команды, изменяющей состояние прибора);

- проверить осциллографом амплитуду выходного сигнала проверяемого прибора на линии «TXD» (контакт 2) при получении команды «запрос состояния прибора». Компьютер при этом является нагрузкой с сопротивлением 3 кОм (стандартная нагрузка). Амплитуда выходного сигнала должна быть не менее ± 5 В.

Результаты считают удовлетворительными, если происходит включение всех элементов (сегментов) индикатора, срабатывание всех кнопок, фиксация направления вращения и количества щелчков переключателя, установка всех значений выходного напряжения и тока, указанных в таблице 6.3, и обеспечивается работоспособность интерфейса.

6.6.2.7 Проверка блока нагрузок, входящего в комплект поставки, производится по методикам п.6.6.2.7.1 (проверка сопротивления нагрузок), п.6.6.2.7.2 (проверка делителя) и п.6.6.2.7.3 (проверка полосы пропускания фильтра). Блоки нагрузок калибратора Н4-11 не связаны с конкретным прибором, поэтому их проверка может проводиться отдельно. Параметры проверки блока нагрузок приведены в таблице 6.4. Нумерация клемм (разъемов) блока нагрузок присвоена условно в соответствии с рисунком 6.4.

Таблица 6.4 – Параметры проверки блока нагрузок

Подключаемые клеммы		Допускаемые значения	Примечание
Проверка сопротивления нагрузок (между клеммами блока нагрузок)			
10	9	(1 ± 0.15) Ом	
10	8	(750 ± 100) Ом	
10	7	(7.5 ± 1) кОм	Переключатель в положении О
10	7	(60 ± 10) кОм	Переключатель в положении I
10	6	(10 ± 1.5) кОм	Переключатель в положении О
Проверка делителя (сопротивления между клеммами блока нагрузок)			
1	2	(333.3 ± 17) кОм	
1	3	(330 ± 17) кОм	Центральный контакт разъема 3
2	3	(3.3 ± 0.17) кОм	Центральный контакт разъема 3
Проверка полосы пропускания фильтра			
4 (вход)	5 (выход)	На выходе (1 ± 0.1) В	На входе 1 В, 20 Гц
4 (вход)	5 (выход)	На выходе (1 ± 0.1) В	На входе 1 В, 100 кГц
4 (вход)	5 (выход)	На выходе (0.7 ± 0.25) В	На входе 1 В, 300 кГц
4 (вход)	5 (выход)	На выходе (0.3 ± 0.15) В	На входе 1 В, 1 МГц
Примечание - Нумерация подключаемых клемм (разъемов) в соответствии с рисунком 6.4			

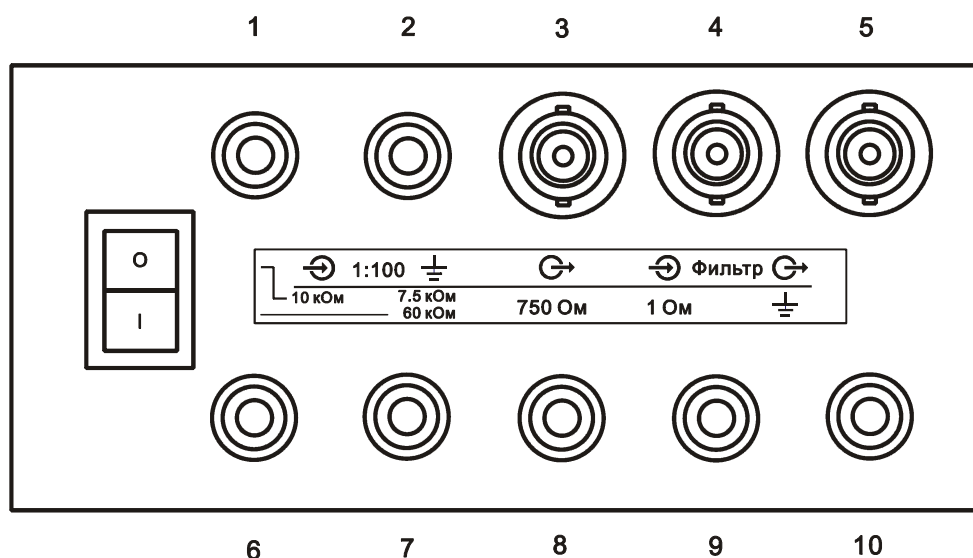


Рисунок 6.4 – Условная нумерация клемм блока нагрузок

6.6.2.7.1 Для проверки нагрузок необходимо измерить мультиметром В7-64/1 сопротивления между клеммами, указанными в таблице 6.4.

Результаты проверки нагрузок считают удовлетворительными, если сопротивления соответствуют данным, указанным в таблице 6.4.

6.6.2.7.2 Для проверки делителя блока нагрузок необходимо измерить мультиметром В7-64/1 сопротивления между клеммами, указанными в таблице 6.4.

Результаты проверки делителя считают удовлетворительными, если сопротивления соответствуют данным, указанным в таблице 6.4.

6.6.2.7.3 Для проверки фильтра блока нагрузок на его вход (разъем 4) подают уровни переменного напряжения от калибратора Н5-3. Допускается подавать их от любого другого генератора, предварительно установив уровень с помощью вольтметра В3-71. Напряжение на выходе фильтра (разъем 5) измеряется вольтметром В3-71.

Результаты проверки фильтра считают удовлетворительными, если выходные напряжения соответствуют данным, указанным в таблице 6.4.

6.6.3 Определение метрологических характеристик

6.6.3.1 Определение основной погрешности при воспроизведении напряжения постоянного тока и амплитуды импульсов напряжения постоянного тока в режиме манипуляции выполняют путем измерения выходного напряжения калибратора вольтметром В7-64/1 (см. схему рисунка 6.1). Точки проверки и допускаемые значения основной погрешности приведены в таблице 6.5.

Таблица 6.5 – Параметры проверки в режиме воспроизведения постоянного напряжения

Предел	Контролируемое напряжение, В	Допускаемое значение погрешности, \pm мВ	Предел	Контролируемое напряжение, В	Допускаемое значение погрешности, \pm мВ
0.2 В	0 +0.20000 -0.20000	0.1 0.3 0.3	В режиме амплитудной манипуляции («M0»)		
2 В	+0.2500 -0.2500 +0.5000 +1.0000 +1.5000 +2.0000 -2.0000	0.32 0.32 0.45 0.7 0.95 1.2 1.2	0.2 В	+0.01000 -0.01000 +0.20000 -0.20000	1.1 1.1 3 3
20 В	+2.500 -2.500 +10.000 +20.000 -20.000	2.25 2.25 6 11 11	2 В	+0.2500 -0.2500 +2.0000 -2.0000	2.25 2.25 11 11
200 В	+25.00 -25.00 +200.00 -200.00	45 45 220 220	20 В	+02.500 -02.500 +20.000 -20.000	22.5 22.5 110 110
600 В	+250.0 -250.0 +600.0 -600.0	430 430 780 780	200 В	+025.00 -025.00 +200.00 -200.00	325 325 1200 1200

Результаты считают удовлетворительными, если погрешность не превышает значений, приведенных в таблице 6.5.

6.6.3.2 Определение основной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока осуществляют методом сравнения контролируемого напряжения переменного тока с переменным напряжением калибратора универсального Н4-6, включаемого по схеме в соответствии с рисунком 6.5. Напряжения измеряются вольтметром В7-64/1 и определяется их разность, соответствующая погрешности поверяемого прибора.

Точки проверки и допускаемое значение погрешности указаны в таблице 6.6. Проверка выполняется следующим образом:

а) установить на выходе поверяемого калибратора и калибратора Н4-6 значения напряжения и частоты, указанные в таблице 6.6;

б) подключить вольтметр В7-64/1, включенный в режиме измерения переменного напряжения, на выход калибратора Н4-6. Рекомендуется при измерениях напряжений свыше 25 В вручную устанавливать необходимый предел измерения вольтметра В7-64/1. Это позволяет увеличить скорость измерений и повысить надежность работы приборов, не подвергая их лишней перегрузкам, возникающим при работе системы автоматического выбора пределов измерения вольтметра;

в) включить выход калибратора Н4-6. При уровнях устанавливаемого напряжения ниже 25 В эта операция пропускается, т. к. все переключения вольтметра можно проводить без отключения выходов калибраторов;

г) после установления показаний зафиксировать их нажатием кнопки Δ вольтметра В7-64/1;

- д) переключить вольтметр на выход поверяемого калибратора Н4-11;
 ж) включить выход поверяемого калибратора. При уровнях устанавливаемого напряжения ниже 25 В эта операция также может пропускаться;
 и) зафиксировать показания вольтметра как значение определяемой погрешности;
 к) перейти к определению погрешности в следующей точке, повторив операции по перечислениям а) – ж).

Определение основной погрешности воспроизведения среднеквадратических значений напряжения переменного тока в режиме амплитудной манипуляции выполняют путем измерения выходного напряжения калибратора вольтметром В7-64/1.

Таблица 6.6 – Параметры проверки в режиме воспроизведения переменного напряжения

Предел	Контролируемое напряжение	Допускаемое значение погрешности, \pm мВ	Предел	Контролируемое напряжение	Допускаемое значение погрешности, \pm мВ
0.2 В	0.20000 В, 1000 Гц 0.20000 В, 10 кГц 0.2 В, 20 кГц 0.2 В, 30 кГц	0.6 0.6 0.8 1.2	В режиме амплитудной манипуляции («М0»)		
2 В	0.2500 В, 1000 Гц 0.5000 В, 1000 Гц 1.0000 В, 10 Гц 1.0000 В, 20 Гц 1.0000 В, 40 Гц 1.0000 В, 1000 Гц 1.5000 В, 1000 Гц 2.0000 В, 1000 Гц 2.0000 В, 10 кГц 2.0000 В, 20 кГц 2.0000 В, 30 кГц	0.65 0.9 3.4 2.4 1.4 1.4 1.9 2.4 4.4 6.6 11	0.2 В	0.20000 В, 1000 Гц 0.20000 В, 30 кГц	2.8 3.2
20 В	20.000 В, 1000 Гц 20.000 В, 10 кГц 20.000 В, 20 кГц 20.000 В, 30 кГц	23 44 66 110	2 В	2.0000 В, 1000 Гц 2.0000 В, 30 кГц	22 32
150 В	150.00 В, 40 Гц 100.00 В, 1000 Гц 100.00 В, 10 кГц 100.00 В, 20 кГц 100.00 В, 30 кГц	180 120 220 330 550	20 В	20.000 В, 1000 Гц 20.000 В, 30 кГц	220 320
600 В	300 В, 20 Гц 600 В, 40 Гц 600 В, 1000 Гц	1500 2400 2400	150 В	100.00 В, 1000 Гц 100.00 В, 30 кГц	1100 1600

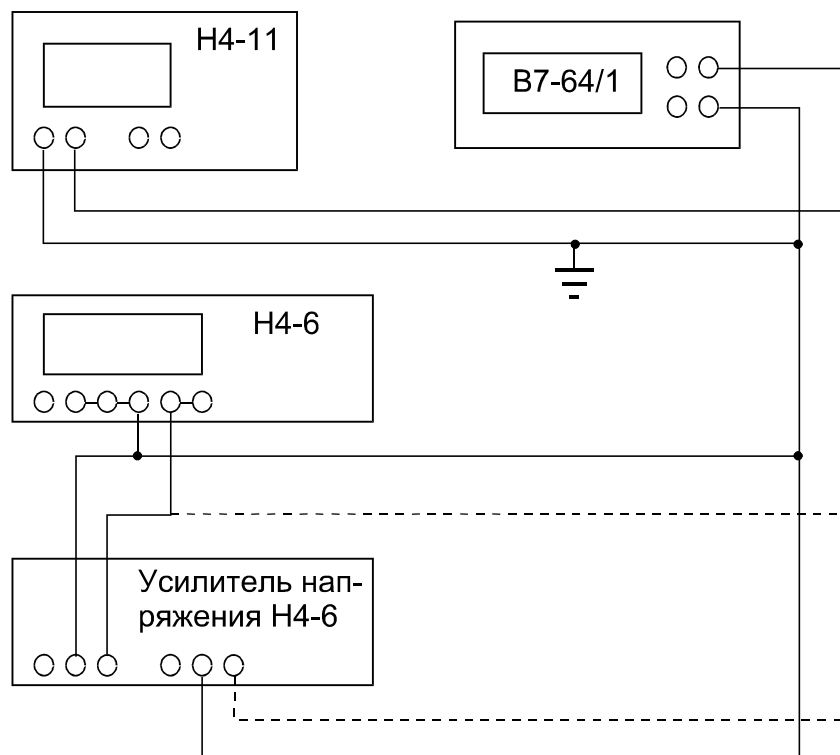


Рисунок 6.5 – Схема для проверки выходного напряжения методом сравнения

Результаты считают удовлетворительными, если погрешность не превышает значений, приведенных в таблице 6.6.

6.6.3.3 Определение основной погрешности воспроизведения силы постоянного и переменного тока выполняют измерением вольтметром В7-64/1 падения напряжения на мерах сопротивления (катушках, шунтах) соответственно постоянного и переменного тока. Измеренное значение напряжения переменного тока сравнивается с переменным напряжением калибратора универсального Н4-6 и определяется их разность, соответствующая погрешности поверяемого прибора.

Измерения производятся по схеме в соответствии с рисунком 6.6. При этом ток свыше 2 А берется с выхода преобразователя ПНТ-50. В тех случаях, когда используется выход калибратора Н4-11, вход и питание выходного каскада преобразователя ПНТ-50 должны быть отключены.

Точки проверки и допускаемое значение погрешности указаны в таблице 6.7. Определение погрешности воспроизведения постоянного тока выполняется следующим образом:

- подключить к выходу поверяемого калибратора токовыми клеммами меру сопротивления (катушку электрического сопротивления или меру сопротивления переменного тока) в соответствии с указаниями таблицы 6.7. Подключить к ее потенциальным клеммам вольтметр В7-64/1, включенный в режиме измерения постоянного напряжения;

- установить на выходе поверяемого калибратора значение тока, указанное в таблице 6.7;

- сравнить показания вольтметра с номинальным значением напряжения, которое должно установиться на мере сопротивления (также указано в таблице 6.7). Если номинальное значение меры сопротивления отличается от значений, указанных в таблице 6.7, то соответствующим образом корректируется и значение номинального напряжения. Зафиксировать разность показаний вольтметра и номинального напряжения как значение определяемой погрешности.

Определение погрешности воспроизведения переменного тока выполняется следующим образом:

а) установить на выходе поверяемого калибратора и калибратора Н4-6 значения напряжения и частоты, указанные в таблице 6.7. При необходимости (если номинальное значение меры сопротивления переменного тока R отличается от номинала более чем на 0.02 %) его корректируют. Устанавливаемое значение U определяется по формуле (6.1)

$$U = R \cdot I \quad (6.1)$$

где I – устанавливаемое значение тока;

б) подключить вольтметр В7-64/1, включенный в режиме измерения переменного напряжения, на выход калибратора Н4-6;

г) после установления показаний зафиксировать их нажатием кнопки Δ вольтметра В7-64/1 и выключить автоматический выбор пределов кнопкой Auto ;

д) переключить вольтметр на потенциальные клеммы меры сопротивления, включенной в цепь выходного тока поверяемого калибратора Н4-11, и установить на его выходе требуемое значение тока. Во избежание появления дополнительной погрешности от саморазогрева мер сопротивления не допускать длительную подачу больших токов в измерительную цепь;

е) зафиксировать показания вольтметра как значение определяемой погрешности;

ж) перейти к определению погрешности в следующей точке, повторив операции по перечислениям а) – е).

Определение основной погрешности воспроизведения амплитуды импульсов силы постоянного и переменного тока в режиме манипуляции выполняют путем измерения вольтметром В7-64/1 падения напряжения на мере сопротивления.

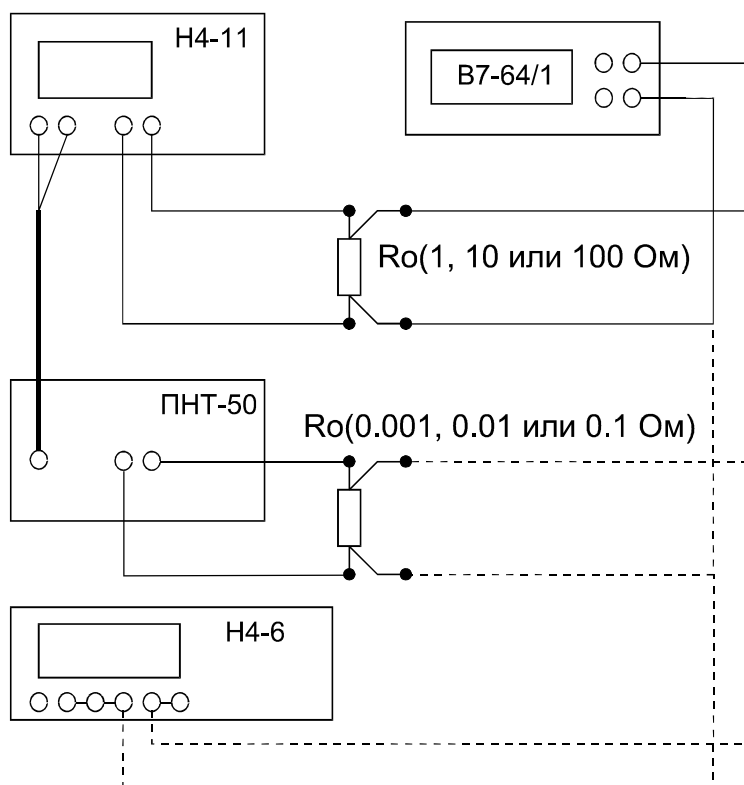


Рисунок 6.6 – Схема для проверки выходного тока

Таблица 6.7 – Параметры проверки в режиме воспроизведения силы тока

Предел	Контролируемый ток	Мера (катушка) сопротивления**	Номинальное напряже- ние***, мВ	Допускаемое значение по- грешности, ±мВ,
Воспроизведение силы постоянного тока				
20 мА	+1 мА	P321	+100	0.3
	-1 мА	100 Ом ± 0.02 %	-100	0.3
	+20 мА		+2000	2.2
	-20 мА		-2000	2.2
	+20 мА («M0»)		+2000	12
	-20 мА («M0»)		-2000	12
200 мА	+200 мА	P321	+2000	2.2
	-200 мА	10 Ом ± 0.02 %	-2000	2.2
	+200 мА («M0»)		+2000	12
	-200 мА («M0»)		-2000	12
2 А	+2000 мА	P321	+200	0.22
	-2000 мА	0.1 Ом ± 0.02 %	-200	0.22
	+2000 мА («M0»)		+200	1.2
	-2000 мА («M0»)		-200	1.2
20 А*	+2.5 А	P321	+250	0.675
	-2.5 А	0.1 Ом ± 0.02 %	-250	0.675
	+10 А	P321	+100	0.3
	-10 А	0.01 Ом ± 0.05 %	-100	0.3
	+10 А («M0»)		+100	1.2
	-10 А («M0»)		-100	1.2
50 А*	+25 А	P310	+25	0.11
	-25 А	0.001 Ом ± 0.05 %	-25	0.11
	+50 А****		+50	0.175
	-50 А****		-50	0.175
	30 А («M0»)		+30	0.35
Воспроизведение силы переменного тока				
20 мА	1 мА, 1 кГц	Мера сопротивления переменного тока из комплекта поставки МС-100 100 Ом ± 0.05 %	100	1.2
	20 мА, 20 Гц		2000	4.6
	20 мА, 40 Гц		2000	4.6
	20 мА, 1 кГц		2000	4.6
	20 мА, 10 кГц		2000	15
	20 мА, 1 кГц («M0»)		2000	22
200 мА	200 мА, 1 кГц	МС-10 10 Ом ± 0.05 %	2000	4.6
	200 мА, 10 кГц		2000	15
	200 мА, 1 кГц («M0»)		2000	22
2 А	2000 мА, 1 кГц	МС-1 1 Ом ± 0.05 %	2000	4.6
	2000 мА, 10 кГц		2000	15
	2000 мА, 1 кГц («M0»)		2000	22
20 А*	20 А, 50 Гц	МС-01 0.01 Ом ± 0.1 %	200	0.7
	20 А, 500 Гц		200	2.1
	20 А, 50 Гц («M0»)		200	2.3

Продолжение таблицы 6.7

Предел	Контролируемый ток	Мера (катушка) сопротивления**	Номинальное напряжение***, мВ	Допускаемое значение погрешности, ±мВ,
50 А*	50 А, 50 Гц****	МС-01	500	2.1
	50 А, 500 Гц****	0.01 Ом ± 0.1 %	500	5.5
	50 А, 50 Гц («МО»)		500	5.9
<p>* На выходе преобразователя ПНТ-50</p> <p>** Указано значение сопротивления, при котором погрешность вычисляется относительно номинального напряжения. Если значение сопротивления меры выходит за пределы указанного диапазона, то номинальное напряжение вычисляется по формуле (6.1)</p> <p>*** При необходимости это значение вычисляется по формуле (6.1)</p> <p>**** Длительность подачи тока на меру не должна превышать 30 с</p>				

Результаты считают удовлетворительными, если погрешность не превышает значений, приведенных в таблице 6.7.

6.6.3.4 Определение погрешности установки частоты производится измерением частоты выходного сигнала мультиметром В7-64/1, включенным в режиме измерения частоты. Поверяемый калибратор включается по схеме в соответствии с рисунком 6.7. На выходе калибратора устанавливается напряжение 1 В со значениями частоты, указанными в таблице 6.8, и фиксируются показания частотомера (В7-64/1).

Определение погрешности задания длительности временных интервалов (тактовой частоты) амплитудной манипуляции производится при установленном на выходе постоянном напряжении +1 В в режимах «М1» и «М2».

Проверку функционирования режимов амплитудной манипуляции производят, контролируя с помощью осциллографа С1-114/1 форму выходных сигналов во всех режимах, указанных в таблице 6.8.

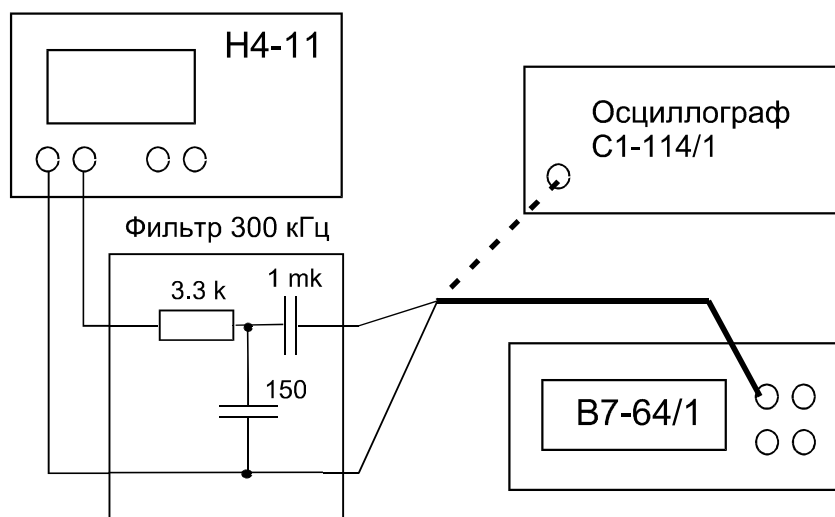


Рисунок 6.7 – Схема для проверки погрешности установки частоты и функционирования режимов амплитудной манипуляции

Таблица 6.8 – Параметры проверки погрешности установки частоты

Проверяемая точка (амплитуда +1 В)	Допускаемые значения отклонения частоты, \pm	Примечание
10 Гц 1000 Гц 33 кГц	0.15 Гц 0.6 Гц 16.5 Гц	-
8 Гц («М1»)	0.04 Гц	Временные диаграммы рисунка 6.8
12 Гц («М2»)	0.06 Гц	Временные диаграммы рисунка 6.8
Код «З» («М3») Код «Ж» («М3») Код «КЖ» («М3»)	-	Временные диаграммы рисунка 6.9

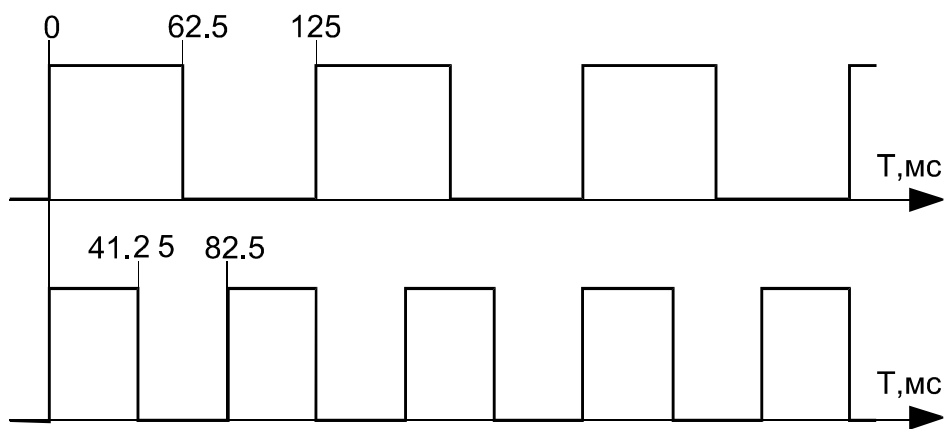


Рисунок 6.8 – Временные диаграммы симметричной модуляции «М1» (8 Гц) и «М2» (12 Гц)

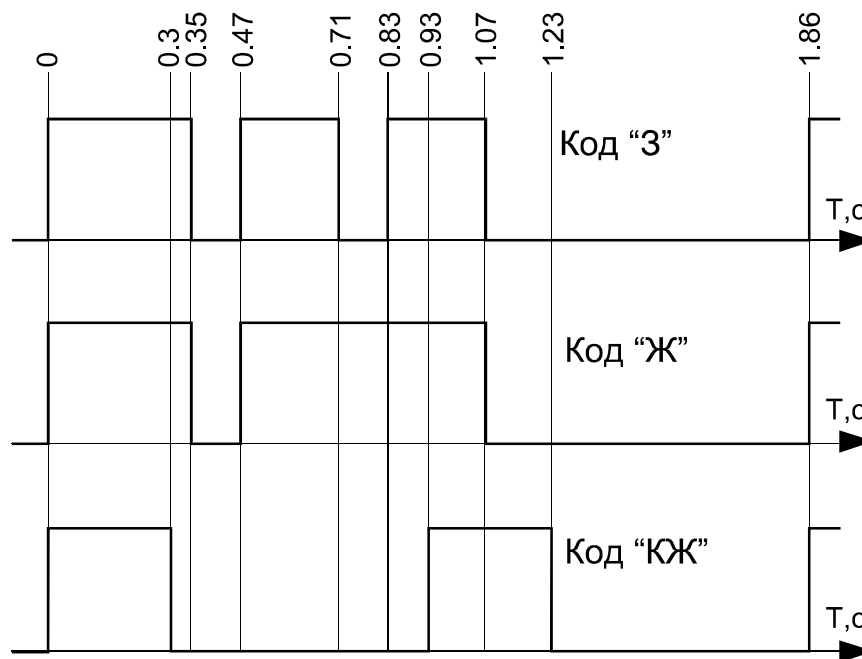


Рисунок 6.9 – Временные диаграммы кодо-импульсных последовательностей

Результаты считают удовлетворительными, если погрешность установки частоты не превышает значений, приведенных в таблице 6.8, а форма выходных сигналов в режимах амплитудной манипуляции соответствует временным диаграммам, показанным на рисунках 6.8 и 6.9 с погрешностью измерения временных интервалов, определяемой осциллографом.

6.6.3.5 Определение среднеквадратического значения напряжения пульсаций и шумов на выходе поверяемого калибратора выполняется в соответствии с указаниями таблицы 6.9 следующим образом:

- а) собрать измерительную схему в соответствии с указаниями таблицы 6.9;
- б) установить на выходе калибратора значение выходного параметра, указанное в таблице 6.9;
- в) зафиксировать показания вольтметра ВЗ-71;
- г) повторить операции по перечислениям а) – в) для следующего значения выходного параметра.

Таблица 6.9 – Параметры проверки пульсаций и шумов

Предел	Выходной уровень	Измерительная схема	Сопротивление нагрузки или токового шунта, Ом	Допускаемое значение пульсаций и шумов, мВ
0.2 В	+0.20000 В	Рисунок 6.10	-	1
2 В	0.0000 В +2.0000 В -2.0000 В		-	5
20 В	+20.000 В -20.000 В		750 (1 Вт)	20
200 В	+150.00 В -150.00 В		7500 (10 Вт)	200
600 В	+600.0 В -600.0 В		60000 (5 Вт)	1000
20 мА	0 мА +20 мА -20 мА	Рисунок 6.11	100** (0.1 Вт)	1 1 1
200 мА	+200 мА -200 мА		10** (1 Вт)	1 1
2 А	+2000 мА -2000 мА		1** (5 Вт)	1 1
20 А*	20 А		0.01** (25 Вт)	0.5

* На выходе преобразователя ПНТ-50

** Указана допустимая мощность нагрузки. В качестве токовых шунтов могут быть использованы меры сопротивления переменного тока (см. п.6.6.3.3)

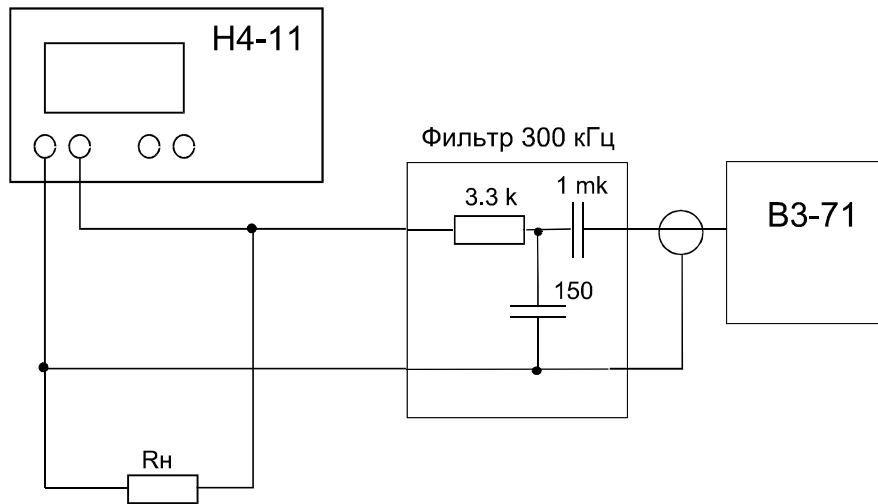


Рисунок 6.10 – Схема для проверки пульсаций и шумов выходного напряжения

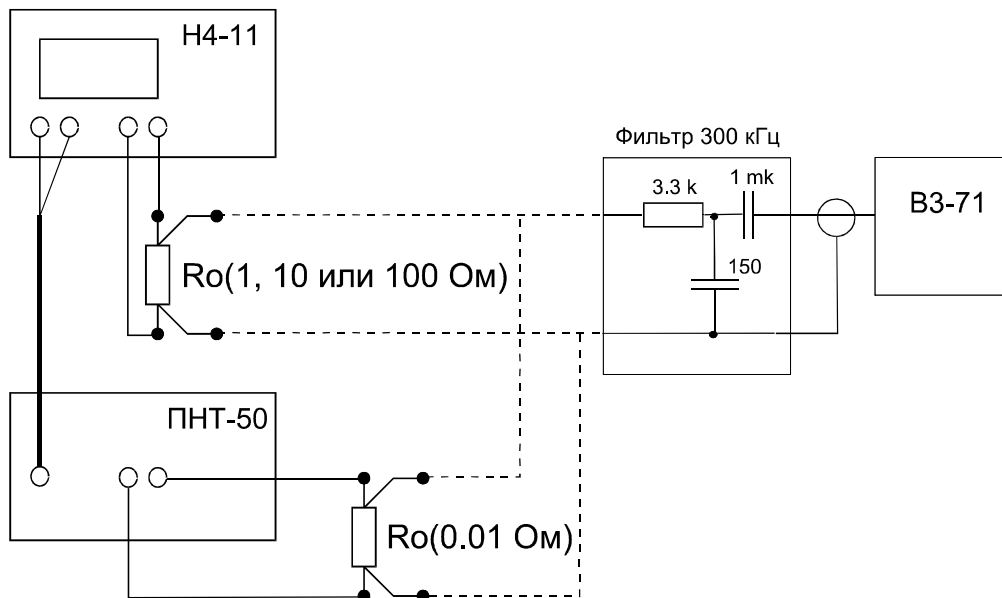


Рисунок 6.11 – Схема для проверки пульсаций и шумов выходного тока

Результаты считают удовлетворительными, если уровень переменных составляющих не превышает значений, указанных в таблице 6.9.

6.6.3.6 Определение постоянной составляющей на выходе поверяемого калибратора выполняется в соответствии с указаниями таблицы 6.10 следующим образом:

- собрать измерительную схему в соответствии с указаниями таблицы 6.10;
- установить на выходе поверяемого калибратора значение выходного параметра, указанное в таблице 6.10;
- зафиксировать показания вольтметра В7-64/1, включенного в режиме измерения постоянного напряжения;
- повторить операции по перечислениям а) – в) для следующего значения выходного параметра.

Таблица 6.10 – Параметры проверки постоянной составляющей

Предел	Выходной уровень	Измерительная схема	Сопротивление токового шунта**, Ом	Допускаемое значение смещения, \pm мВ
0.2 В	0.20000 В, 1 кГц	Рисунок 6.1	-	1
2 В	2.0000 В, 1 кГц		-	1
20 В	20.000 В, 1 кГц		-	3
150 В	100.00 В, 1 кГц		-	25
2000 мА	20 мА, 1 кГц	Рисунок 6.6	100 (0.1 Вт)	0.5
20 А*	10 А, 1 кГц		0.01 (10 Вт)	0.15

* На выходе преобразователя ПНТ-50
 ** Указана допустимая мощность нагрузки. В качестве токовых шунтов могут быть использованы меры сопротивления переменного тока (см. п.6.6.3.3)

Результаты поверки считают удовлетворительными, если смещение на выходе калибратора не превышает значений, указанных в таблице 6.10.

6.6.3.7 Определение коэффициента нелинейных искажений и шумов в режимах воспроизведения напряжения и силы переменного тока выполняется с помощью измерителя нелинейных искажений СК6-13 в соответствии с указаниями таблицы 6.11. При измерении коэффициента гармоник высокого напряжения на вход измерителя гармоник включается делитель напряжения с коэффициентом передачи 1:100.

Таблица 6.11 – Параметры проверки коэффициента гармоник

Предел	Выходной уровень	Измерительная схема	Делитель и сопротивление токового шунта**, Ом	Допускаемое значение коэффициента гармоник, %
2, 20 В	2.0000 В, 10 Гц	Рисунок 6.12	1:1	0.5
	2.0000 В, 30 кГц			0.75
	20.000 В, 20 Гц			0.2
	20.000 В, 40 Гц			0.15
	20.000 В, 1 кГц			0.17
	20.000 В, 10 кГц			0.25
	20.000 В, 20 кГц			0.55
	20.000 В, 30 кГц			0.75
150 В	150.00 В, 1 кГц		1:100	0.17
	150.00 В, 10 кГц			0.25
	150.00 В, 20 кГц			0.55
	150.00 В, 30 кГц			0.75
600 В	300 В, 20 Гц		1:100	0.5
	600 В, 40 Гц			0.3
	600.0 В, 1 кГц			0.3
2000 мА	2000 мА, 1 кГц 2000 мА, 10 кГц	Рисунок 6.13	1 (5 Вт) или 0.1 (1 Вт)	0.2 1.2
20 и 50 А*	20 А, 50 Гц		0.01 (25 Вт)	0.3
	50 А, 50 Гц			0.3
	50 А, 500 Гц			1.2

* На выходе преобразователя ПНТ-50
 ** Указана допустимая мощность нагрузки. В качестве токовых шунтов могут быть использованы меры сопротивления переменного тока (см. п.6.6.3.3)

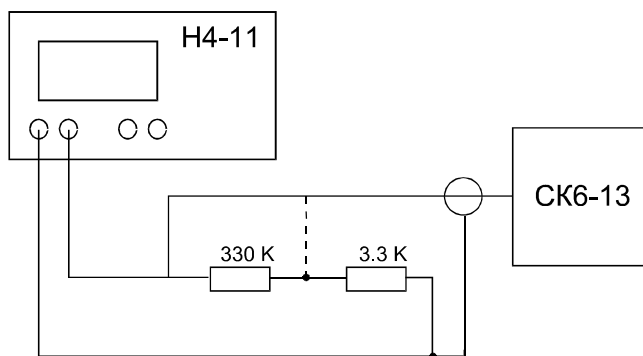


Рисунок 6.12 – Схема для проверки коэффициента гармоник и шумов

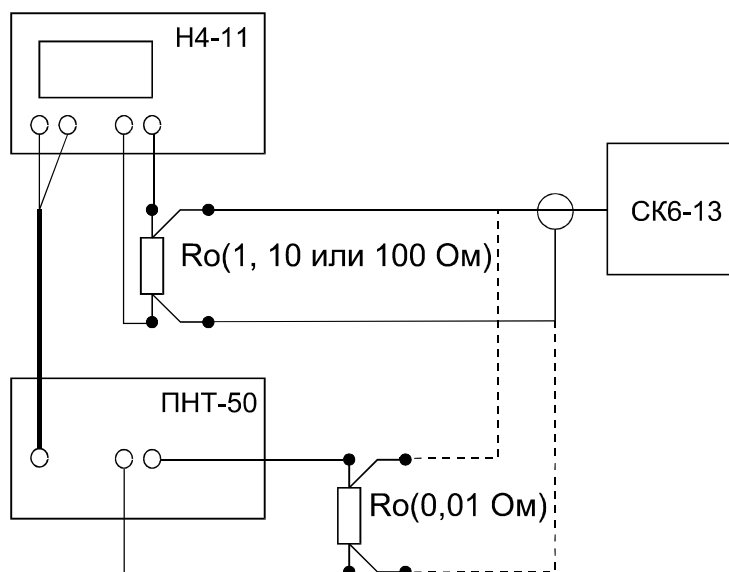


Рисунок 6.13 – Схема для проверки коэффициента гармоник и шумов выходного тока

Результаты считают удовлетворительными, если коэффициент гармоник не превышает значений, приведенных в таблице 6.11.

6.7 Оформление результатов поверки (калибровки)

6.7.1 Положительные результаты поверки (калибровки) оформляют в соответствии с требованиями ПР 50.2.006-94 и вносят в соответствующий раздел формуляра КМСИ.411182.011 ФО.

Поверительные клейма наносят в соответствии с требованиями ПР 50.2.007-94.

6.7.2 Отрицательные результаты поверки (калибровки) оформляют в соответствии с требованиями ПР 50.2.006-94.

6.7.3 Для прибора Н4-11, благодаря наличию независимых систем введения поправочных коэффициентов, возможно применение выборочной или целевой поверки (калибровки) режимов работы. Имеется в виду возможность проведения поверки (калибровки) только в объеме предполагаемого использования прибора или при наличии средств поверки (калибровки) с требуемыми характеристиками. Такой подход применим и к случаям поверки (калибровки) прибора в неполном рабочем диапазоне. При этом в свидетельство о поверке (сертификат о калибровке) вносятся все данные о фактическом объеме поверки (калибровки) и уровне метрологических характеристик с учетом погрешности примененного поверочного оборудования (если не удовлетворяются требования таблицы 6.2). Метрологические запасы прибора Н4-11 могут позволить поверять (калибровать) его с точностью до двух-трех раз выше нормируемой.

