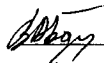


СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

НАЧАЛЬНИК 5569 ПЗ

 В.А.БОРДОНОС

"25" 06 2000 г.

ГЛАВНЫЙ ИНЖЕНЕР
КРАСНОДАРСКОЙ
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ
КОМПАНИИ "РИТМ"

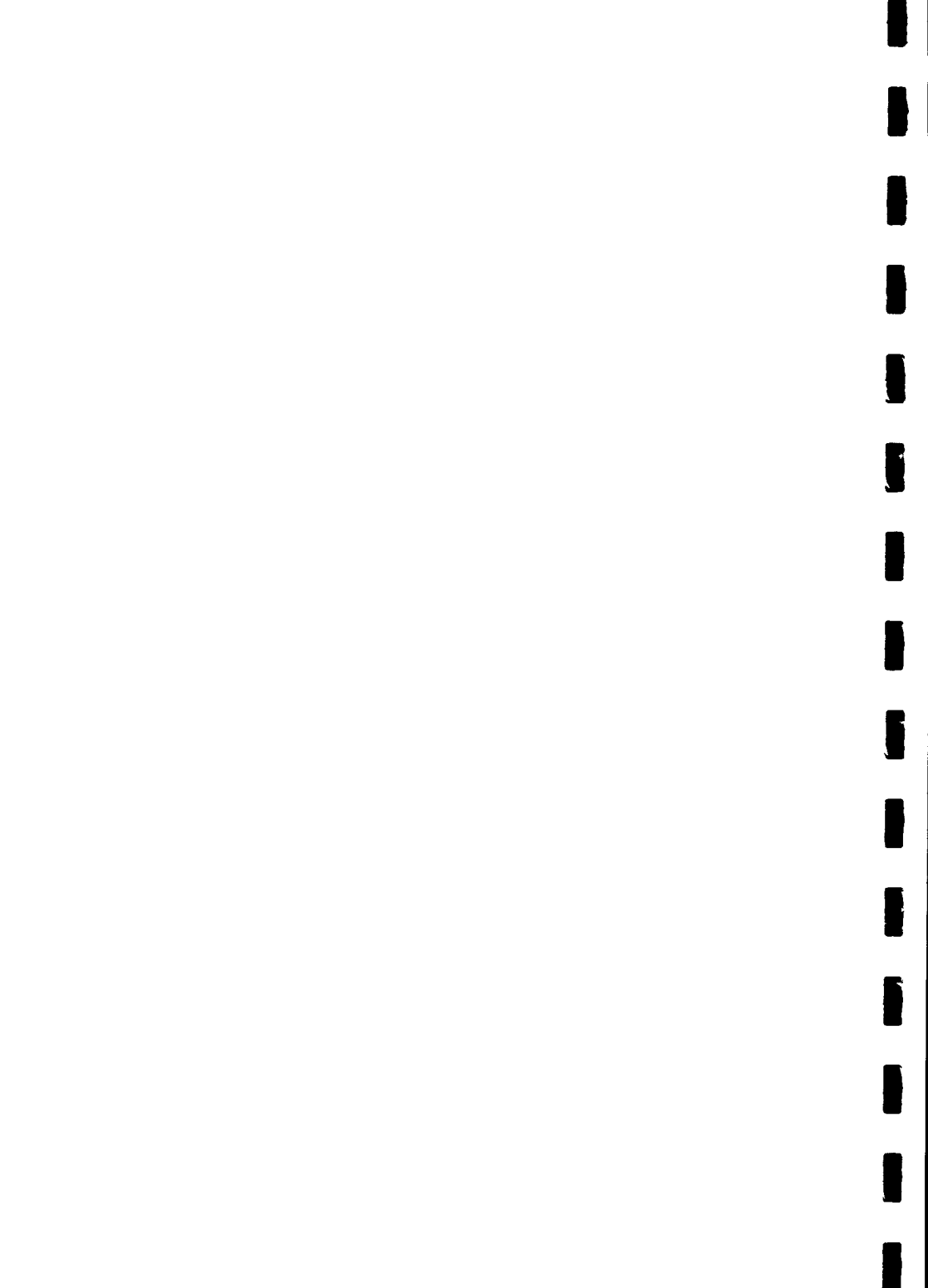
 И.О.АСТАФЬЕВ

"20" 06 2000 г.

**КАЛИБРАТОР ПЕРЕМЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ
ШИРОКОПОЛОСНЫЙ Н5-3**

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ
ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ

КМСИ.411115.001 РЭ-ЛУ



**КАЛИБРАТОР ПЕРЕМЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ
ШИРОКОПОЛОСНЫЙ Н5-3**

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Часть 1

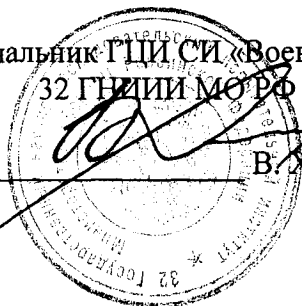
КМСИ.411115.001 РЭ

СОГЛАСОВАНО

в части раздела 12 «Поверка прибора»

**Начальник ГЦИ СИ «Воентест»
32 ГНЗИИ МО РФ**

В. Храменков



177

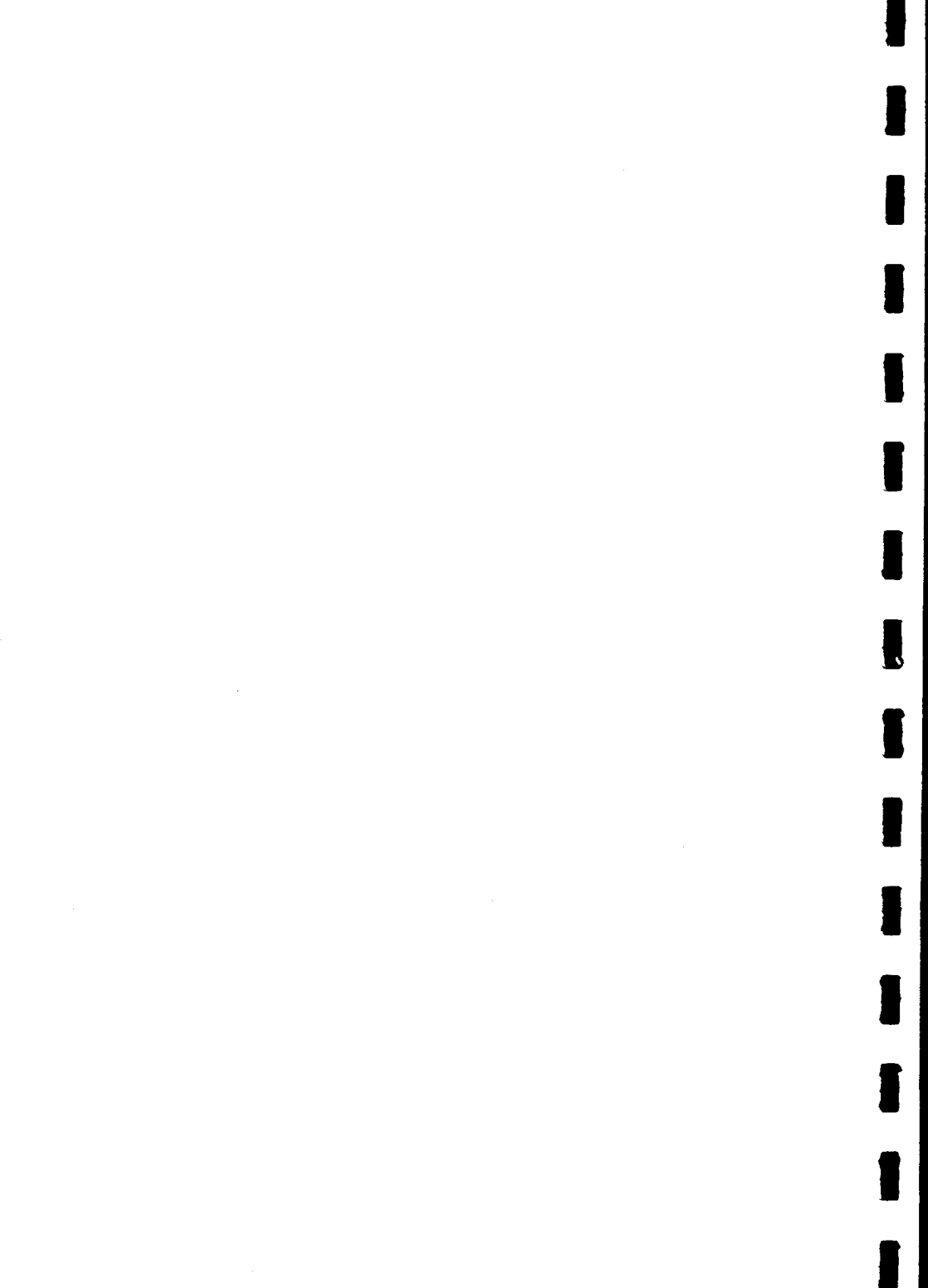
КАЛИБРАТОР ПЕРЕМЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ

ШИРОКОПОЛОСНЫЙ Н5-3

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Часть 1

КМСИ.411115.001 РЭ



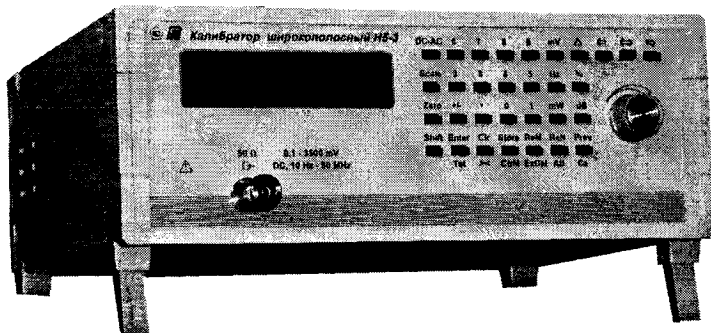
СОДЕРЖАНИЕ

1 НАЗНАЧЕНИЕ	5
2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	5
2.1 Условия нормирования параметров	5
2.2 Воспроизведение напряжения постоянного тока	5
2.3 Воспроизведение напряжения переменного тока	7
2.4 Общие параметры воспроизведения напряжения постоянного и переменного тока	8
2.5 Установка выходного напряжения в величинах мощности и относительных значениях (обработка вводимых данных)	9
2.6 Интерфейс СТЫК С2	10
2.7 Общие технические характеристики	11
3 СОСТАВ КОМПЛЕКТА ПРИБОРА	12
4 УСТРОЙСТВО И РАБОТА	15
5 МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ	19
6 УПАКОВКА ПРИБОРА И ПРИНАДЛЕЖНОСТЕЙ	19
7 ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ	20
8 УТИЛИЗАЦИЯ	21
9 ПОРЯДОК УСТАНОВКИ И ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ	22
9.1 Меры безопасности	22
9.2 Подготовка к работе	23
10 ПОРЯДОК РАБОТЫ	24
10.1 Передняя панель прибора	24
10.2 Индикатор	24
10.3 Клавиатура	27
10.4 Выход калибратора	32
10.5 Задняя панель	34
10.6 Воспроизведение напряжения постоянного тока	34
10.7 Воспроизведение напряжения переменного тока	35
10.8 Использование режимов обработки устанавливаемых данных	35
10.9 Полный сброс	37
10.10 Тестирование	37
10.11 Использование последовательного интерфейса	38
10.12 Использование режима редактирования выхода	42
11 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	44
11.1 Общие положения	44
11.2 Общие указания по калибровке прибора	45
11.3 Цифровая калибровка прибора	47
11.4 Аналоговая калибровка прибора (регулировка)	56
11.5 Требования к аппаратуре, используемой при калибровке и регулировке прибора	56

12 ПОВЕРКА ПРИБОРА	58
12.1 Общие указания	58
12.2 Операции и средства поверки	58
12.3 Условия поверки и подготовка к ней	60
12.4 Проведение поверки	61
12.5 Оформление результатов поверки	77

КМСИ.411115.001 РЭ1. Руководство по эксплуатации. Часть 2

Внешний вид калибратора Н5-3



Руководство по эксплуатации калибратора переменного напряжения широкополосного Н5-3 предназначено для изучения прибора, его характеристик, а также правил эксплуатации и применения с целью правильного обращения с прибором при эксплуатации и ремонте.

В настоящем руководстве приняты следующие сокращения (обозначения) режимов, составных частей прибора и терминов:

- а) DCV - напряжение постоянного тока;
- б) ACV - напряжение переменного тока;
- в) F или FRQ - частота;
- г) Δ - приращение (отклонение) абсолютное;
- д) $\Delta\%$ - приращение (отклонение) относительное;
- е) % - относительное значение;
- ж) DB - отклонение в децибелах (логарифмическое);
- и) СКЗ (RMS) - среднеквадратическое значение (переменных напряжения или силы тока);
- к) СВЗ - средневыврявленное значение;
- л) ЭНЗУ - энергонезависимое запоминающее устройство;
- м) АВП - автоматический выбор пределов;
- н) ЖКИ - жидкокристаллический индикатор;
- п) ед.мл.р. - единица младшего разряда;
- р) ЦАП - цифро-аналоговый преобразователь;
- с) ОЭВМ - однокристалльная ЭВМ;
- т) АЧХ - амплитудно-частотная характеристика.

ОПИСАНИЕ И РАБОТА ПРИБОРА

1 НАЗНАЧЕНИЕ

1.1 Калибратор переменного напряжения широкополосный Н5-3 обеспечивает воспроизведение напряжения переменного тока синусоидальной формы в диапазоне частот от 10 Гц до 50 МГц и предназначен для поверки и калибровки вольтметров переменного тока, измерительных преобразователей, детекторных головок, ваттметров. Кроме того, прибор обеспечивает воспроизведение напряжения постоянного тока любой полярности. Выход прибора рассчитан на подключение соединителей коаксиального пятидесятиомного тракта размером 7/3 (тип III по ГОСТ 13317-89Е). Выходное напряжение нормируется при подключении нагрузки сопротивлением 50 Ом.

1.2 Прибор имеет режимы обработки вводимых данных, обеспечивающие получение на выходе калибратора напряжения в соответствии с заданным значением:

- а) мощности в милливаттах на нагрузке 50 Ом;
- б) мощности в децибелах к милливатту (DBM) на нагрузке 50 Ом;
- в) отклонения в вольтах (абсолютное) и процентах (относительное);
- г) изменения (редактирования) выходного уровня с вычислением отклонения в процентах (для проверки стрелочных приборов).

2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1 Условия нормирования параметров

2.1.1 Приведенные ниже характеристики нормируются:

- а) при калибровке (поверке) прибора не реже одного раза в 2 года;
- б) в температурном диапазоне от 15 до 25 °С или при ($T_k \pm 5$) °С, где T_k - температура калибровки. При значениях температуры за пределами указанного диапазона погрешность воспроизведения вычисляется как сумма основной и дополнительной температурной погрешностей.

2.2 Воспроизведение напряжения постоянного тока

2.2.1 Характеристики прибора при воспроизведении напряжения постоянного тока с нагрузкой из комплекта поставки прибора приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Диапазон воспроизведения	Предел допускаемой основной погрешности при $T=T_k \pm 5^\circ\text{C}$, не более $\pm$
$\pm(0.1000 - 1.0999 \text{ мВ})$	$0.002 \cdot U + 3 \text{ мкВ}$
$\pm(1.100 - 10.999 \text{ мВ})$	$0.0015 \cdot U + 3 \text{ мкВ}$
$\pm(11.00 - 109.99 \text{ мВ})$	$0.001 \cdot U + 5 \text{ мкВ}$
$\pm(110.0 - 3500.0 \text{ мВ})$	$0.0007 \cdot U + 50 \text{ мкВ}$
Примечание - U - установленное значение напряжения	

2.2.2 Предел допускаемой дополнительной погрешности (абсолютной) δ в режиме с аттенуатором из комплекта поставки прибора с номинальным ослаблением 40 дБ (в 100 раз) не более рассчитываемого по формуле (2.1):

$$\delta [\text{В}] = \pm(0.001 \cdot U_{\text{вых}} + 1 \text{ мкВ}), \quad (2.1)$$

где $U_{\text{вых}}$ – выходное напряжение аттенуатора.

2.2.3 Переменная составляющая (среднеквадратическое значение) на выходе калибратора не превышает значений, приведенных в таблице 2.2.

Таблица 2.2

Диапазон воспроизведения	Напряжение шумов и пульсаций на выходе калибратора в полосе частот	
	10 Гц - 1 МГц	10 Гц - 50 МГц
1.1 – 3.5 В (не ослабленный)	не более 10 мВ	не более 50 мВ

2.2.4 Предел дополнительной температурной погрешности в режиме воспроизведения напряжения постоянного тока на 10°C не должен превышать предела основной погрешности, а предел дополнительной погрешности в условиях повышенной влажности не должен превышать удвоенной основной погрешности прибора, указанной в таблице 2.1.

2.3 Воспроизведение напряжения переменного тока

2.3.1 Основная погрешность (относительная) прибора при воспроизведении среднеквадратических значений напряжения переменного тока не превышает значений, приведенных в таблице 2.3.

Таблица 2.3

Диапазон воспроизведения	Предел допускаемой основной погрешности при $T=T_k \pm 5^\circ\text{C}$, не более, % от U									
	на частотах									
	10 - 20 Гц	20 - 40 Гц	40 Гц - 100 кГц	0.1 - 1 МГц	1 - 3 МГц	3 - 5 МГц	5 - 10 МГц	15, 20 и 30 МГц	50 МГц	
Основной выход										
3.5 - 1.1 В	0.5	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.5	0.8	1.3	
1.1 В - 330 мВ	0.5	0.3	0.2	0.3	0.3	0.5	0.5	0.8	1.3	
329.9 - 110.0 мВ	0.5	0.3	0.3	0.3	0.5	0.8	0.8	1.0	1.3	
109.99 - 11.00 мВ	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.8	0.8	1.0	2	
10.999 - 1.100 мВ	0.8	0.5	0.5	0.8	0.8	0.8	1.0	1.3	2	
1.0999 - 0.1000 мВ	0.8	0.8	0.5	0.8	0.8	1.0	1.0	2.0	4	
С дополнительным внешним аттенуатором «40 дБ»										
110 - 3 мкВ	0.8	0.8	0.8	0.8	1.0	1.0	1.3	нн	нн	
Примечания 1 Указанные значения погрешности нормируются без учета шунтирующего действия входного сопротивления приборов, подключаемых к выходу калибратора или аттенуатора. 2 нн - значение погрешности не нормируется.										

2.3.2 Предел допускаемой дополнительной температурной погрешности на 10°C (температурный коэффициент) не превышает половины предела основной, указанной в таблице 2.3.

2.3.3 Постоянная составляющая на выходе калибратора на основном пределе (3 В) и коэффициент гармоник и шумов выходного напряжения не превышают значений, приведенных в таблице 2.4.

Таблица 2.4

Постоянная составляющая на основном выходе	Коэффициент гармоник и шумов, %						
	на частотах						
	10 - 20 Гц	20 - 30 Гц	30 Гц - 110 кГц	0.11 - 1 МГц	1 - 10 МГц	15 - 30 МГц	50 МГц
1 мВ	0.5	0.2	0.1	0.15	0.2	0.3	0.5

2.3.4 Погрешность установки частоты выходного напряжения не превышает значений, указанных в таблице 2.5.

Таблица 2.5

Погрешность установки частоты, %, ±	
в диапазоне частот от 9 Гц до 11 МГц	на частотах 15; 20; 30 и 50 МГц
0.02 + 0.1 Гц	3

2.4 Общие параметры воспроизведения напряжения постоянного и переменного тока

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

2.4.2 Нестабильность выходного напряжения за любой пятнадцатиминутный интервал времени после дополнительного времени установления, равного 15 мин, не превышает значения, вычисленного по формуле (2.2):

$$\gamma = 0.2 \cdot \delta_0, \quad (2.2)$$

где γ – нестабильность выходного напряжения в процентах;

δ_0 – предел допускаемой основной погрешности установленного значения выходного напряжения в процентах согласно пп. 2.2.1, 2.3.1.

2.4.3 Активное выходное сопротивление калибратора, сопротивление нагрузки, входное и выходное сопротивление аттенуатора «40 дБ» составляет 50 Ом ± 0.25 % или (50 ± 0.12) Ом.

2.4.4 Усилитель измерительный, фильтр гармоник и аттенуаторы, входящие в комплект поставки, должны обеспечивать параметры в соответствии с данными таблицы 2.6.

Таблица 2.6

Устройство	Кэф- фициент передачи	Напряжение смещения на выходе	Рабочий диапазон частот, МГц	Погрешность коэффициента передачи на низких частотах (на 100 кГц)	Погрешность на частоте 50 МГц
Усилитель	10 (20 дБ)	не более ± 5 мВ	0 – 250*	± 3 %	± 5 %
Фильтр гармоник	1	-	0.1 – 50	± 10 %**	± 20 %**
Аттенуатор “40 дБ”	0.01 (-40 дБ)	-	0 - 50	± 0.1 дБ***	± 0.3 дБ

* Полоса пропускания по уровню ± 6 дБ

** В полосе пропускания

*** Только аттенуатора. При калибровке совместно с прибором Н5-3 погрешность воспроизведения напряжения на выходе аттенуатора определена по пп.2.2.1, 2.2.2 и 2.3.1

2.5 Установка выходного напряжения в величинах мощности и относительных значениях (обработка вводимых данных)

2.5.1 Прибор обеспечивает установку выходного напряжения путем пересчета задаваемых значений (режимы обработки вводимых данных):

- а) мощности в милливаттах на нагрузке 50 Ом;
- б) мощности в децибелах к милливатту на нагрузке 50 Ом;
- в) абсолютного (в милливольтках) отклонения относительно текущего уровня напряжения на выходе калибратора;
- г) отклонения в процентах относительно текущего уровня напряжения на выходе калибратора;
- д) отношения в процентах к текущему уровню на выходе калибратора;
- е) отношения в децибелах к текущему уровню на выходе калибратора.

2.5.2 Прибор обеспечивает плавное регулирование выходного напряжения (режим редактирования) с вычислением отклонения от исходного (номинального) значения в процентах.

2.5.3 Прибор обеспечивает запоминание и воспроизведение последовательности значений напряжения и частоты (режим программирования).

2.6 Интерфейс СТЫК С2

2.6.1 Прибор может быть использован в составе автоматизированных измерительных систем различного назначения с последовательным интерфейсом, отвечающим требованиям ГОСТ 23675-79 (интерфейс СТЫК С2-ИС), RS-232C (EIA-232D, V.24).

Интерфейс обеспечивает установку выходного напряжения и частоты, а также управление основными режимами прибора. Для управления прибором предусмотрено непосредственное задание значений устанавливаемого напряжения и частоты, имеются команды переключения режимов работы.

Выдача в интерфейс данных о состоянии прибора осуществляется по запросу. Управляющие и выходные данные представлены в виде текстовых строк, содержащих цифровые значения напряжения и частоты, полярность и размерность.

Режимы обработки вводимых данных и цифровой калибровки включаются только с передней панели.

2.6.2 Уровень сигналов на передающих (выходных) линиях прибора не менее 5 В при нагрузке 3 кОм.

2.6.3 Информационные параметры:

- а) скорость - 4800 бод (бит/с);
- б) данные - 8 бит;
- в) бит "четность" - отсутствует;
- г) сигнал "стоп" - 1 бит;
- д) принимаемые и передаваемые сигналы - цифры, большие и малые (только принимаемые) латинские буквы, знаки "+" и "-", управляющие символы (разделитель) "LF" («BK»), "CR" («PC»).

2.7 Общие технические характеристики

2.7.1 Нормальные условия эксплуатации:

- а) температура окружающего воздуха(20±5) °С;
- б) относительная влажность(30-80) %;
- в) атмосферное давлениеот 630 до 795 мм рт.ст.;
- г) напряжение питающей сети(220 ±22) В частотой (50 ±2) Гц.

2.7.2 Рабочие условия эксплуатации:

- а) температура окружающего воздухаот 5 до 40 °С;
- б) относительная влажностьдо 90 % при температуре 25 °С
и до 70 % при температуре до 40 °С;
- в) атмосферное давлениеот 630 до 800 мм рт.ст.;
- г) напряжение питающей сети(220 ±22) В частотой (50 ±2) Гц.

2.7.3 Прибор обеспечивает нормируемые параметры и характеристики через 5 мин с момента включения. Время непрерывной работы не менее 24 ч.

2.7.4 Прибор имеет следующие параметры надежности:

- а) средняя наработка на отказ не менее 20000 ч;
- б) гамма-процентный ресурс не менее 20000 ч при доверительной вероятности, равной 90 %;
- в) гамма-процентный срок службы не менее 15 лет при доверительной вероятности, равной 80 %;
- г) гамма-процентный срок сохраняемости не менее 10 лет для отапливаемых хранилищ или 5 лет для неотапливаемых при доверительной вероятности, равной 80 %;
- д) среднее время восстановления работоспособного состояния не более 120 мин;
- е) вероятность отсутствия скрытых отказов за межповерочный интервал 24 мес при среднем коэффициенте использования 0,23 не менее 0,9.

2.7.5 Мощность, потребляемая прибором от сети питания, не более 30 ВА при работе в диапазоне частот до 11 МГц и не более 60 ВА при работе в частотном диапазоне свыше 11 МГц (режим максимальной мощности).

2.7.6 Масса прибора не более 5 кг.

2.7.7 Габаритные размеры прибора - 120 × 291 × 285 мм.

2.7.8 Габаритные размеры футляра - 494×563×194 мм.

3 СОСТАВ КОМПЛЕКТА ПРИБОРА

3.1 Состав комплекта поставки прибора приведен в таблице 3.1.

Таблица 3.1

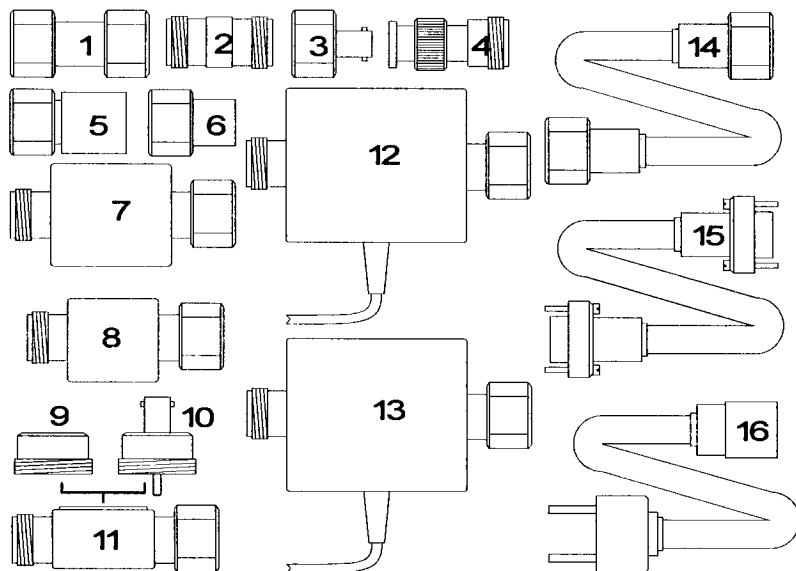
Обозначение	Наименование	Количество	Примечание
КМСИ.411115.002	Калибратор переменного напряжения широкополосный Н5-3	1	
	<u>Запасные части и принадлежности</u>		
SCZ-1	Шнур соединительный	1	Сетевой
ЕЭ8.632.807	Заглушка	1	На выход 7/3
КМСИ.468548.020	Нагрузка 50 Ом	1	7/3, НС-50 Ω
ЕЭ2.236.461	Переход коаксиальный	1	7/3: вилка-вилка
ЕЭ2.236.462	Переход коаксиальный	1	7/3: розетка-розетка
ЕЭ2.236.472	Переход коаксиальный	1	7/3 – байонет:
			вилка-розетка
ЕЭ2.236.470	Переход коаксиальный	1	7/3 – байонет:
			розетка-вилка
ОЮ0.480.003 ТУ	Вставка плавкая ВП1-1В 1 А 250 В	2	
КМСИ.301116.017	Переход тройниковый	1	Для подключения ВЧ-пробника
КМСИ.434541.006	Переход коаксиальный	1	Для тройника
КМСИ.434541.007	Кольцо контактное	1	Для тройника
КМСИ.467716.015	Аттенуатор «40 дБ»	1	Для расширения диапазона
КМСИ.685631.029	Кабель коаксиальный	1	7/3: вилка-вилка
КМСИ.685619.014	Кабель	1	Интерфейса
			СТЫКС2
КМСИ.468874.003	Фильтр гармоник	1	Для проверки коэффициента гармоник
КМСИ.411582.011	Усилитель	1	Для проверки коэффициента гармоник
КМСИ.673719.001	Конденсатор разделительный 100 мкФ	1	Для проверки шумов
КМСИ.685661.024	Переход коаксиальный	1	7/3– «Импульс»
ИСМК.323366.002*	Футляр	1	

Продолжение таблицы 3.1

Обозначение	Наименование <u>Эксплуатационная документация</u>	Количество	Примечание
КМСИ.411115.001 РЭ	Калибратор переменного напряжения широкополосный Н5-3. Руководство по эксплуатации. Часть 1	1	Конструкция, схемы электрические принципиальные
КМСИ.411115.001РЭ1	Калибратор переменного напряжения широкополосный Н5-3. Руководство по эксплуатации. Часть 2	1	
КМСИ.411115.001 ФО	Калибратор переменного напряжения широкополосный Н5-3. Формуляр	1	
	<u>Поставка по отдельному заказу</u>		
Преобразователь КОП-СТЫК С2	776898-31	1	С эксплуатационной документацией
Кабель КОП	763001-02	1	

* Для приборов с приемкой ПЗ и при поставке на экспорт

3.2 Внешний вид принадлежностей из комплекта поставки прибора
приведен на рисунке 3.1.



- 1 - переход коаксиальный ЕЭ2.236.461
- 2 - переход коаксиальный ЕЭ2.236.462
- 3 - переход коаксиальный ЕЭ2.236.472
- 4 - переход коаксиальный ЕЭ2.236.470
- 5 - переход коаксиальный КМСИ.685661.024
- 6 - нагрузка 50 Ом
- 7 - аттенюатор «40 дБ»
- 8 - конденсатор разделительный 100 мкФ
- 9 - кольцо контактное
- 10 - переход коаксиальный КМСИ.434541.006
- 11 - переход тройниковый
- 12 - фильтр гармоник
- 13 - усилитель
- 14 - кабель коаксиальный
- 15 - кабель интерфейса СТЫК С2
- 16 - шнур соединительный (сетевой)

Рисунок 3.1 - Внешний вид принадлежностей из комплекта поставки прибора

4 УСТРОЙСТВО И РАБОТА

4.1 Устройство прибора иллюстрирует структурная схема, показанная на рисунке 4.1. В состав прибора входят узлы, обеспечивающие генерацию, регулирование и усиление сигналов переменного тока, а также прием и обработку сигналов управления.

Калибратор полностью построен на принципах электронного управления всеми аналоговыми устройствами и устройствами цифровой калибровки. Генерация сигналов управления аналоговым блоком, управление индикатором, клавиатурой и интерфейсом RS-232C осуществляется главным микроконтроллером. Второй микроконтроллер (ведомый) принимает по последовательному каналу команды от главного микроконтроллера (ведущего), вычисляет значения управляющих кодов и загружает их в аналоговые узлы. Ведомый микроконтроллер удерживает в низком уровне линию обратной связи до тех пор, пока не обработает принятый сигнал. Таким образом предотвращаются потеря и искажение данных при быстром вводе, например, при вращении ручки редактирования выходного уровня. Дополнительным сообщением аналогового блока является сигнал перегрева, представляемый меандром (импульсы с заполнением 50 %) частотой около 500 Гц на линии обратной связи.

4.2 Основной тракт воспроизведения сигналов содержит:

- а) цифровой синтезатор частоты от 9 Гц до 11 МГц;
- б) фильтр нижних частот седьмого порядка с частотой среза 15 МГц, подавляющий высшие комбинационные частоты на выходе синтезатора;
- в) аналоговый переключатель для выбора источника сигнала, подаваемого на выходной усилитель;
- г) усилитель мощности, обеспечивающий получение напряжения с амплитудой до 10 В;
- д) набор из одного фильтра нижних частот (0.009-110 кГц) и десяти полуктавных полосовых фильтров (110-175 кГц, 175-280 кГц, 280-440 кГц, 440 - 700 кГц, 700 - 1100 кГц, 1100 - 1750 кГц, 1750 - 2800 кГц, 2800 - 4400 кГц, 4400 - 7000 кГц, 7000 - 11000 кГц). Фильтры, переключаемые синхронно с частотой, устанавливаемой в синтезаторе, обеспечивают подавление высших гармоник и ближних к основной гармонике комбинационных частот;
- е) выходной аттенюатор, имеющий восемь степеней ослабления (0 дБ, минус 10 дБ, минус 20 дБ, минус 30 дБ, минус 40 дБ, минус 50 дБ, минус 60 дБ и минус 70 дБ). За счет аттенюатора осуществляется ступенчатое регулирование выходного напряжения. Аттенюатор рассчитан на подключение активной нагрузки сопротивлением 50 Ом;
- ж) согласованную нагрузку (внешнюю), на которой воспроизводится калиброванный уровень.

Плавное регулирование выходного напряжения осуществляется системой автоматической стабилизации, устанавливающей на входе аттенуатора такой уровень, который обеспечивает после соответствующего ослабления получение заданного значения выходного напряжения. В состав системы стабилизации входят:

а) цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) опорного напряжения системы авторегулирования;

б) масштабный преобразователь постоянного напряжения, приводящий стабилизируемый уровень постоянного напряжения на выходе усилителя мощности к шкале напряжения опорного ЦАП;

в) масштабный преобразователь среднеквадратического значения переменного напряжения в постоянное. Также приводит стабилизируемый уровень к шкале ЦАП;

г) переключатель масштабирующих преобразователей;

д) усилитель обратной связи, осуществляющий сравнение стабилизируемого напряжения с опорным. Благодаря наличию интегрирующих свойств и дополнительного фильтра третьего порядка, усилитель обратной связи обеспечивает подавление пульсаций сигнала преобразователя переменного напряжения и устойчивость системы авторегулирования.

Сигнал регулирования амплитуды подается на вход опорного напряжения ЦАП синтезатора или непосредственно на вход выходного усилителя при воспроизведении постоянного напряжения.

4.3 Генератор частот от 9 Гц до 11 МГц построен на принципе прямого частотного синтеза, т.е. генерируемая синусоида формируется с помощью ЦАП в виде ступенчатой функции. Весь цифровой синтезатор находится в одной микросхеме типа AD9850, работающей с тактовой частотой $f_t = 80$ МГц. При этом дискретность установки частоты синтезатора составляет приблизительно 0.011 Гц. Точность установки частоты синтезатора определяется только точностью настройки частоты кварцевого генератора. Чистота формы выходного сигнала генератора обеспечивается применением после синтезатора сглаживающего фильтра высокого порядка, построенного путем комбинаций звеньев, подавляющих высокие частоты и составляющую, равную половине тактовой частоты ($f_t/2 = 30$ МГц). Коэффициент гармоник генератора на частотах до 100 кГц составляет около 0.035 % и не требует дополнительной фильтрации. На частотах свыше 100 кГц коэффициент гармоник начинает возрастать (уменьшается число ступенек синусоиды) и на 10 МГц увеличивается до 0.2-0.3 %. Для устранения этих искажений и применены полосовые фильтры на выходе усилителя мощности.

4.4 Тракт воспроизведения высокочастотного напряжения в соответствии с рисунком 4.1 содержит:

а) LC-генератор на четыре фиксированные частоты;

б) широкополосный аналоговый перемножитель для регулирования амплитуды с дифференциальным выходом;

в) двухкаскадный двухтактный усилитель мощности с трансформаторным выходом;

г) полосовые фильтры на частоты 15, 20, 30 и 50 МГц для подавления высших гармоник (ослабление второй гармоники более 14 дБ);

д) систему автоматической стабилизации выходного уровня.

Работа системы стабилизации основана на сравнении напряжений двух детекторов - опорного и выходного уровня. Выделенное разностное напряжение усиливается и подается на регулятор амплитуды (перемножитель), с помощью которого на выходе усилителя мощности устанавливается напряжение, равное опорному. Опорное напряжение частотой 1 МГц формируется на выходе основного (низкочастотного) тракта. Линейность системы стабилизации обеспечивается идентичностью амплитудных характеристик детекторов.

4.5 На плате блока индикации и управления расположены все узлы главной ЭВМ:

а) однокристалльный микроконтроллер;

б) двухстрочный символьный ЖКИ;

в) клавиатура, организованная в виде матрицы 4 x 8 кнопок;

г) энергонезависимое запоминающее устройство (ЭНЗУ) с последовательным доступом для хранения калибровочных констант;

д) схема интерфейса RS-232C;

е) схема звуковой сигнализации;

ж) вращающийся кодовый переключатель для плавного регулирования (в режиме редактирования) выходного напряжения.

4.6 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 COM-порту компьютера. Данное упрощение не приводит к появлению дополнительных ограничений на допускаемую длину линии, определяющую емкость нагрузки.

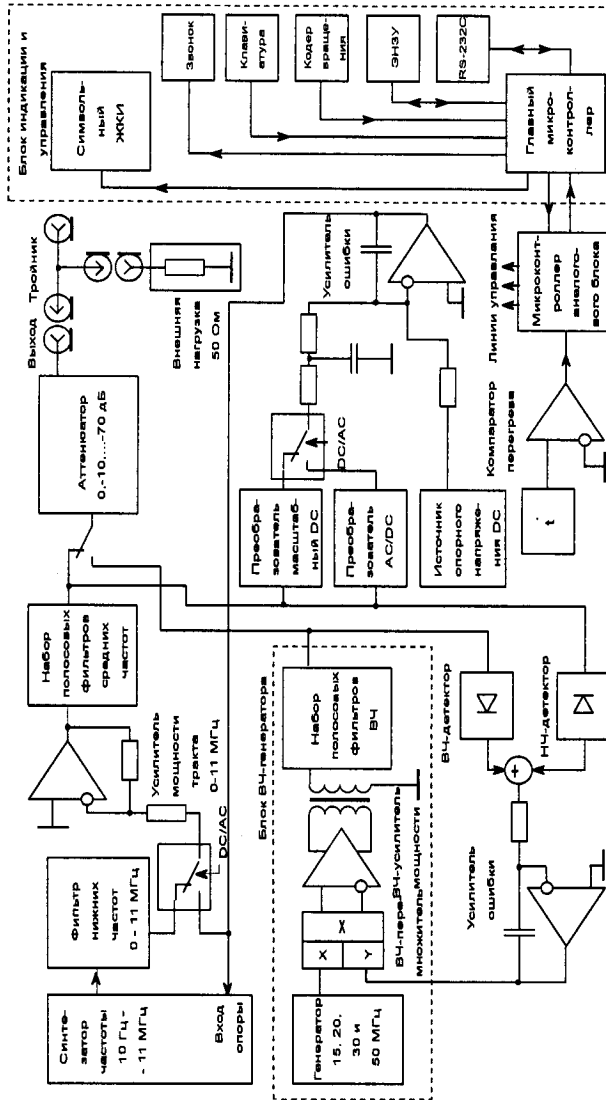


Рисунок 4.1 - Структурная схема калибратора Н5-3

5 МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ

5.1 На лицевой панели нанесены наименование и тип прибора.

5.2 На задней панели нанесены:

- а) значение силы тока плавкой вставки;
- б) маркировка разъема интерфейса;
- в) маркировка сетевого переключателя;
- г) заводской номер и год изготовления прибора.

5.3 Пломбирование прибора выполняется закрытием пломбой винтов на верхней крышке корпуса, расположенных под декоративным уголком.

6 УПАКОВКА ПРИБОРА И ПРИНАДЛЕЖНОСТЕЙ

6.1 В состав тары входят:

а) транспортный ящик, предназначенный для перевозок прибора на большие расстояния и длительного хранения; в нем прибор поставляется потребителю;

б) футляр, предназначенный для кратковременного хранения прибора; используется для защиты от механических повреждений при транспортировании, например, к месту эксплуатации. При поставке футляр находится внутри транспортного ящика и содержит прибор и принадлежности.

Приборы общепромышленного исполнения упаковываются в картонную коробку, выполняющую роль футляра .

6.2 Для распаковывания прибора необходимо:

- а) снять верхнюю крышку ящика транспортного;
- б) освободить упаковку;
- в) снять с футляра оберточную бумагу;
- г) извлечь прибор и принадлежности из футляра.

Если при распаковывании обнаружится возможность накопления влаги в приборе, рекомендуется просушить его.

6.3 Повторное упаковывание прибора выполняется в следующей последовательности:

а) поместить прибор и принадлежности в полиэтиленовые пакеты и уложить в футляр. Особое внимание необходимо обратить на то, чтобы уменьшить количество влаги, остающейся в упакованном приборе, для чего перед упаковыванием рекомендуется просушить прибор и упаковку проводить в сухом помещении;

- б) обернуть футляр оберточной бумагой и обвязать шпагатом;

- в) выстлать транспортный ящик внутри битумной бумагой;
- г) уложить на дно ящика картон гофрированный, выдержав толщину слоя 20 мм;
- д) поместить футляр в упаковку и заполнить пространство с боков и под верхней крышкой гофрированным картоном, обеспечив плотное заполнение;
- е) закрепить крышку ящика гвоздями;
- ж) обить ящик металлической лентой;
- и) опломбировать ящик;
- к) маркировать ящик черной эмалью НЦ-11.

7 ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

7.1 Прибор может храниться в отапливаемых и неотапливаемых хранилищах в упакованном виде.

Гарантийный срок хранения с момента изготовления:

- а) 60 мес - с приемкой заказчика;
- б) 30 мес - с приемкой ОТК.

Условия хранения прибора в отапливаемых хранилищах:

- а) температура окружающего воздуха от 5 до 40 °С;
- б) относительная влажность воздуха 80 % при температуре 25 °С.

Условия хранения в неотапливаемом хранилище:

- а) температура окружающего воздуха от минус 50 до +50 °С;
- б) относительная влажность окружающего воздуха до 98 % при температуре 35 °С.

Хранить прибор без упаковки допускается в этих же условиях за исключением воздействия пыли, паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию, а также паров органических растворителей. Рекомендуется при продолжительном хранении без тары укладывать прибор в полиэтиленовый мешок.

7.2 Рекомендуется после продолжительного хранения или пребывания прибора в условиях повышенной влажности проводить его просушку (при повышенной температуре 40 - 50 °С в течение двух-трех суток). Эта процедура особенно эффективна для восстановления метрологических характеристик после пяти лет службы прибора, когда становятся заметными процессы разрушения пластических материалов и ухудшения сопротивления изоляции.

7.3 Прибор в транспортной упаковке допускает транспортирование всеми видами наземного и воздушного транспорта при условии защиты его от прямого воздействия атмосферных осадков, агрессивных жидких и твердых веществ.

При транспортировании воздушным транспортом прибор следует размещать в герметизированном отсеке.

7.4 Прибор может транспортироваться при температуре окружающего воздуха от минус 50 до +50 °С и относительной влажности не более 98 % при температуре 35 °С.

8 УТИЛИЗАЦИЯ

8.1 Прибор содержит в составе базового блока и принадлежностей следующие компоненты, подлежащие дальнейшей переработке и вторичному использованию:

а) медь – в силовом трансформаторе, печатной плате, соединительных проводах и кабелях;

б) медные сплавы (латунь, бронза) – контакты низкочастотных и коаксиальных разъемов, латунный крепеж;

в) алюминий и алюминиевые сплавы – шасси, экраны, радиаторы; корпуса высокочастотных принадлежностей, электролитические конденсаторы;

г) никельсодержащие сплавы – некоторые элементы коаксиальных разъемов, магнитопроводы реле;

д) олово и свинец – припой на платах и выводах элементов;

е) редкие металлы – тантал в конденсаторах, кобальт в магнитах поляризованных реле;

ж) драгоценные металлы – серебро и палладий в керамических конденсаторах, серебро в резисторах;

и) черные металлы – магнитопровод силового трансформатора, стальной крепеж;

к) пластиковые материалы – корпус, передняя и задняя панели.

Среднее количество металлов, содержащихся в одном комплекте прибора Н5-3, которое может быть возвращено для вторичного использования: черные металлы – 500 г, медь – 260 г, алюминий – 1000 г, никель – 40 г, олово – 37 г, свинец – 25 г, тантал – 3,2 г, кобальт – 1,5 г, серебро – 3,4 г, палладий – 0,57 г, золото – 0,28 г, платина – 0,05 г.

Более точное значение содержания цветных и драгоценных металлов указано в формуляре прибора.

8.2 Пришедшие в негодность приборы списываются и разбираются (или передаются специальным предприятиям для разборки и переработки). Составные части после разборки сортируются по группам, соответствующим технологии дальнейшей переработки, например:

- а) медьсодержащие – силовые трансформаторы, детали из медных сплавов;
- б) алюминийсодержащие детали;
- в) реле;
- г) отдельно керамические и танталовые конденсаторы;
- д) отдельно резисторы и пленочные конденсаторы;
- е) отдельно микросхемы и разъемы с позолоченными контактами;
- ж) подложки демонтированных печатных плат и т.п.

Разборку деталей (реле, трансформаторов) на составляющие на данном этапе не проводят, т.к. это трудоемко или требует специального оборудования. По мере накопления достаточного количества отходов от разборки приборов их сдают специализированным предприятиям для дальнейшей переработки.

Демонтированные детали, имеющие большой срок службы (реле, микросхемы, транзисторы, диоды, резисторы, индуктивности, керамические конденсаторы и т.п.) и не имеющие видимых внешних повреждений могут быть использованы для ремонта других приборов с истекшим гарантийным сроком.

ПОДГОТОВКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИБОРА

9 ПОРЯДОК УСТАНОВКИ И ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

9.1 Меры безопасности

9.1.1 По степени защиты от поражения электрическим током прибор относится к классу II по ГОСТ Р 51350-99 и может эксплуатироваться с незаземленным корпусом.

9.1.2 Источниками опасного напряжения 220 В, 50 Гц в приборе являются сетевые цепи: выводы сетевого трансформатора, выводы сетевого предохранителя, сетевой выключатель и сетевой разъем.

9.1.3 К пользованию прибором могут быть 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.

9.2 Подготовка к работе

9.2.1 Разместить прибор на рабочем месте, обеспечив удобство и безопасность обслуживания.

9.2.2 Проверить комплектность прибора и ознакомиться с его руководством по эксплуатации.

9.2.3 Произвести внешний осмотр прибора и его принадлежностей на отсутствие видимых механических повреждений, повреждения изоляции кабелей, коррозии контактирующих поверхностей присоединительных устройств, препятствующих эксплуатации прибора и принадлежностей.

9.2.4. Проверить исправность сетевого предохранителя и, при необходимости, заменить его.

9.2.5 При работе прибора в составе автоматизированных систем подключить прибор к системе через разъем интерфейса.

9.2.6 Перед подключением прибора к сети питания переключатель «СЕТЬ» необходимо установить в положение «OFF».

9.2.7 Включить прибор и прогреть в течение 5 мин. При включении прибора считываются и проверяются данные калибровки из энергонезависимого запоминающего устройства, отображается номер версии программы внутреннего микроконтроллера.

ВНИМАНИЕ!

При включении прибора на его выходе в течение времени до 1 с могут появляться неконтролируемые напряжения амплитудой до 10 В (переходные процессы при установке рабочего режима). При выключении прибора опасные выбросы напряжения маловероятны. Поэтому при включении калибратора рекомендуется отключать от его выхода приборы, имеющие чувствительный к перегрузкам вход.

В процессе эксплуатации прибора возможен сбой в работе микроконтроллера из-за помех по сети питания, ведущий к потере управления прибором. В этом случае следует выключить и снова включить прибор переключателем «СЕТЬ».

10 ПОРЯДОК РАБОТЫ

10.1 Передняя панель прибора

10.1.1 Передняя панель прибора показана на рисунке 10.1. На ней расположены органы управления и индикации, а также выходной разъем прибора. Некоторые кнопки имеют второе назначение, включаемое нажатием кнопки Shift.

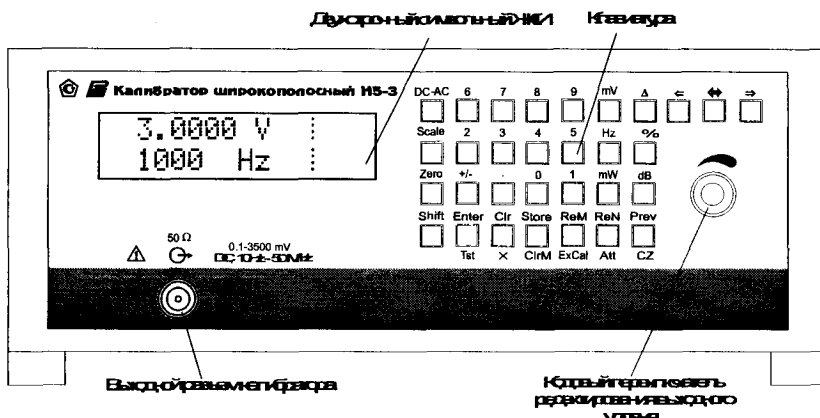


Рисунок 10.1 - Передняя панель калибратора H5-3

10.2 Индикатор

10.2.1 Данные о состоянии прибора и значения выходных напряжения и частоты отображаются с помощью двухстрочного символьного жидкокристаллического индикатора, показанного на рисунке 10.2.

10.2.2 Кроме цифровых данных на индикатор выводятся сообщения. Перечень сообщений и комментарии к ним приведены в таблице 10.1. Информационные сообщения появляются на индикаторе на короткое время и исчезают после устранения причин, вызвавших их, например, сообщения об ошибках ввода, или по истечении заданного времени.

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

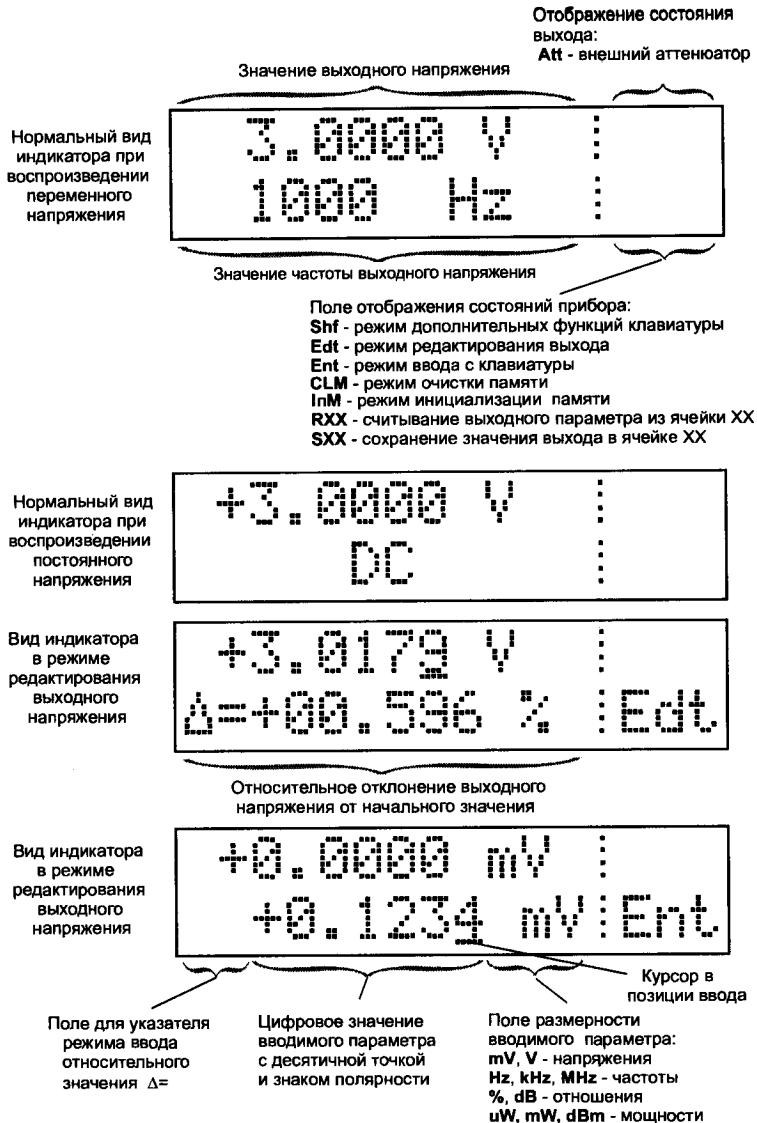


Рисунок 10.2 - Индикатор калибратора H5-3

Таблица 10.1

Сообщения рабочего режима	
<u>WBC N5-3</u> <u>V1.0 Co 1998</u>	Заголовок, дата и номер версии программы главной ЭВМ.
<u>DC</u>	Показывается при включении прибора
<u>Error</u>	Режим "Постоянный ток"
<u>WAIT</u>	"Ошибка" – обычно ввода параметра. Сопровождается продолжительным звуковым сигналом
$\Delta > +100000 \%$ или $\Delta < -100000 \%$	"ЖДИ!" - необходимо медленней вводить новые данные. Калибратор не успевает устанавливать заданные значения
<u>Mem Stp N=XX</u>	Перегрузка шкалы при вычислении процентов
<u>Calb Zero</u>	Выбор ячейки памяти (XX)
	Выполняется калибровка нуля (при включении)
Диагностические сообщения	
<u>Err_Cal_Mem</u>	"Ошибка в памяти калибровки" - появляется при включении прибора, если обнаружена ошибка контрольной суммы калибровочного ЭНЗУ
<u>Err_Serv_Mem</u>	"Ошибка в служебной памяти" - появляется при включении прибора, если обнаружена ошибка контрольной суммы служебного ЭНЗУ
<u>Err_Wr_Mem</u>	"Ошибка записи в память" - появляется при калибровке прибора в случае отказа ЭНЗУ (невозможность записи данных калибровки)
<u>HardW_Error!</u>	"Аппаратная ошибка" - аналоговый блок в течение секунды не подтвердил исполнения принятых данных от главной ЭВМ
<u>OVER_HEAT!</u>	"Перегрев" – из аналогового блока поступил сигнал перегрева
Сообщения внешней калибровки	
<u>Ext_Calibr</u>	"Внешняя калибровка" - заголовок внешней калибровки
<u>Cal Stp N=XX</u>	Выбор шага калибровки (XX)
<u>CXX</u>	Сокращенное указание на текущий режим и номер (XX) калибровки
<u>Err_Inp_Cal</u>	Ошибка задания входного калибровочного уровня - более, чем на 10 %, отличается от номинального значения
<u>Ini Cal Mem</u>	Сообщение об инициализации калибровочной памяти
Сообщения при тестировании	
<u>LCD TEST</u>	Заголовок теста индикатора
<u>KEY TEST N=?</u>	Запрос нажатия кнопки при тестировании клавиатуры
<u>KEY TEST N=XX</u>	Отображение номера нажатой кнопки (номер XX)
<u>ROT TEST <-?-></u>	Запрос вращения ручки
<u>ROT TEST L-XXX</u> или <u>ROT TEST R-XXX</u>	Индикация количества "щелчков" (XXX), зафиксированных при вращении ручки влево (вправо)
<u>END OF TESTS</u>	Завершение тестов

10.3 Клавиатура

10.3.1 Назначение кнопок прибора показано на рисунке 10.3. Некоторые из них имеют второе назначение, вызываемое предварительным нажатием кнопки Shift. Это состояние действует в течение 2,5 с после нажатия кнопки, пока на индикаторе отображается сообщение «Shft». Если второго нажатия не происходит, прибор возвращается к прерванному режиму работы. Включение нового режима работы всегда отображается изменением состояния индикатора. На время задержки между нажатием кнопки и появлением первых показаний (время установления оптимального рабочего режима измерительной схемы) на индикатор выводится сообщение "_WAIT_".

10.3.2. Для фиксации нажатия необходимо удерживать кнопку не менее 0,3 с. Следующее нажатие будет зафиксировано только при отпускании кнопки на время не менее 0,5 с. Одновременное нажатие двух и более кнопок считается ошибочным.

10.3.3. Все кнопки имеют условные логические номера согласно порядку расположения на передней панели (по порядку расположения сверху вниз и слева направо).

10.3.4. Для быстрого изменения выходного напряжения на передней панели прибора имеется круговой цифровой регулятор (вращающийся кодовый переключатель - кодер). При вращении кодера по часовой стрелке (вправо) цифровое значение выходного уровня в позиции курсора увеличивается на единицу на каждый звуковой сигнал ("щелчок"). При вращении кодера влево - уменьшается. Когда скорость вращения становится выше быстрого действия схемы калибратора, выходной уровень начинает изменяться ступенями, равными сумме "щелчков" от последнего изменения выходного уровня.

10.3.5. В приборе предусмотрен прямой ввод любой характеристики выходного сигнала. Вводимое значение может быть набрано с клавиатуры последовательным нажатием "цифровых" кнопок и кнопок размерности вводимой величины. Размерность определяет вид вводимых данных: напряжения, частоты или параметра для вычисления нового значения выходного уровня.

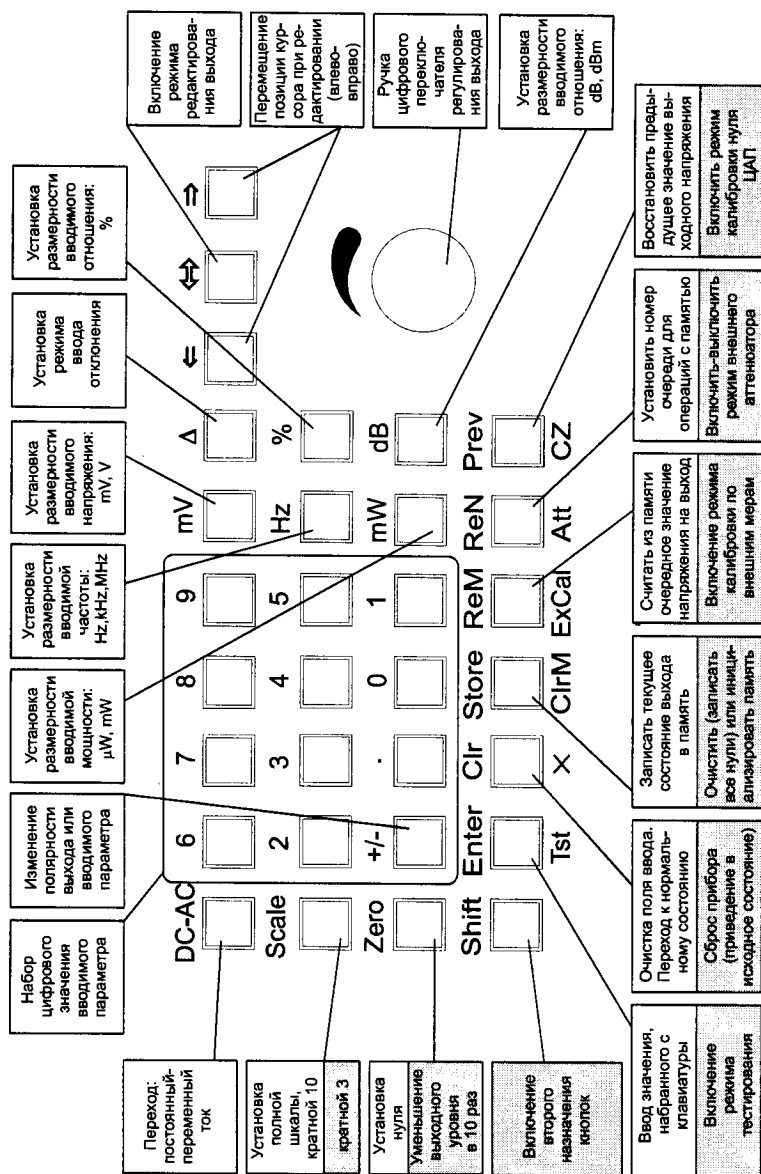


Рисунок 10.3

ВНИМАНИЕ!

Ввод всегда начинается с нажатия "цифровой" кнопки и заканчивается нажатием кнопок **Enter** ("ввод" - установить на выходе новое значение) или **Clr** ("очистка" - очистить поле ввода и перейти в исходное состояние).

Отображение вводимого параметра производится во второй строке вместо текущих данных второй строки. Введение цифрового значения без размерности понимается как напряжение, выраженное в милливольттах. Ввод значения напряжения без указания полярности понимается как установка переменного напряжения с текущим значением частоты (последнее введенное значение частоты). Указание полярности вводимого напряжения приводит к установке напряжения постоянного тока соответствующей полярности.

Цифровое значение вводимого параметра с десятичной точкой не редактируется. При ошибке ввода его необходимо стирать (кнопкой **Clr**) и вводить снова.

Атрибуты и размерность не связаны с цифровым значением вводимого параметра и до нажатия кнопки **Enter** могут меняться произвольно, замещая друг друга.

Кнопкой **mV** указывается размерность числа при вводе напряжения, причем ввод напряжения со знаком "+" или "-" (без указания режима " Δ ") приводит к установке напряжения постоянного тока.

Кнопкой **Hz** указывается размерность числа при вводе частоты.

Кнопка **mW** служит для ввода числового значения мощности.

Кнопка Δ определяет вводимое число как приращение к напряжению, установленному на выходе. Знак приращения, устанавливаемый кнопкой **+/-**, определяет вид операции (сложение или вычитание). На постоянном токе при вычислении нового значения выходного напряжения учитывается текущая полярность выходного напряжения. Переменное напряжение считается положительным.

Кнопкой **%** указывается размерность числа при вводе значения отношения и относительного отклонения (с добавлением знака " Δ ").

Кнопкой **dB** устанавливается размерность числа при вводе отношения в децибелах или мощности относительно милливатта.

Далее см. п. 10.8.2.

10.3.6 В приборе имеются режимы установки predetermined значений выхода:

а) нуля на выходе калибратора при нажатии кнопки **Zero**. Повторное нажатие кнопки **Zero** возвращает на выход прибора значение напряжения и частоты, действовавшие до установки нуля. Этот режим можно использовать для временного снятия выходного напряжения с выхода прибора, например, для калибровки нуля проверяемого вольтметра;

б) значения полной шкалы кнопкой Scale - увеличения выходного напряжения до ближайшего значения, кратного степени числа десять (0.1 мВ, 1 мВ, 10 мВ, 100 мВ, 1 В);

в) в режиме SHIFT значения полной шкалы, устанавливаемые кнопкой Scale, кратны числу три (0.3 мВ, 3 мВ, 30 мВ, 300 мВ, 3 В);

г) в режиме SHIFT значения выходного напряжения при каждом нажатии кнопки Zero уменьшаются в десять раз;

д) кнопкой DC-AC осуществляется переход от постоянного напряжения к переменному или обратно без изменения установленного уровня и частоты.

10.3.7. В калибраторе предусмотрена служебная память для хранения 96 значений напряжения и частоты, которые могут последовательно устанавливаться на выходе. Этот режим предназначен для многократного воспроизведения одной и той же последовательности калиброванных уровней при проверке или настройке партии одинаковых устройств. Заданные значения записываются в ЭНЗУ и могут храниться сколь угодно долго независимо от режима включения прибора.

При нажатии кнопки ReM ("вспомнить") происходит:

а) считывание из памяти значений напряжения и частоты из ячейки с текущим номером;

б) установка соответствующего выходного уровня;

в) увеличение на единицу (инкрементирование) номера ячейки. После достижения максимального номера происходит переход на первую ячейку (нулевой номер).

Выбор значения номера ячейки, с которого начнется считывание (или запись) значений выходного уровня, производится после нажатия кнопки ReN нажатием кнопки:

⇒ - увеличивает номер, ⇐ - уменьшает. Выбор номера заканчивается нажатием любой кнопки. По умолчанию (без ввода цифрового значения и при включении прибора) устанавливается номер первой ячейки.

Запись значения текущего состояния выхода в память производится при нажатии кнопки Store ("запасти"). При этом также происходит увеличение на одну единицу номера ячейки, т.е. обеспечивается последовательное заполнение памяти.

Записью во все ячейки значения 0 В частотой 0 Гц (постоянный ток) осуществляется очистка служебной памяти. Очистка включается в режиме SHIFT нажатием кнопки ClrM ("очистка памяти"). Предусмотрена возможность записи в служебную память часто употребляемых значений напряжений и частоты (при проверке). Для этого в течение 1 с необходимо повторно нажать кнопку ClrM и далее - по кругу. Вид производимой операции при этом отображается во второй строке индикатора (см. рисунок 10.2).

10.3.8 Восстановление предыдущего значения выходного напряжения осуществляется нажатием кнопки Prev («предыдущее»). При этом текущее значение становится предыдущим и при следующем нажатии этой кнопки опять восстанавливается. Таким образом имеется возможность быстро менять два значения выходного напряжения (и частоты).

Обновление регистра предыдущего значения происходит при вводе нового значения напряжения или частоты (по нажатию кнопки Enter), даже если вводится значение напряжения, установленное на выходе. В режиме редактирования выходного параметра (после каждого "щелчка") обновление регистра предыдущего значения выхода не производится.

Регистр предыдущего значения расположен в ЭНЗУ, позволяя запоминать и восстанавливать прерываемый режим калибратора. Для этого достаточно нажать кнопку Prev перед выключением и после включения калибратора.

10.3.9 Включение и выключение режима внешнего аттенюатора осуществляется в режиме SHIFT кнопкой Att. В режиме внешнего аттенюатора производится ввод и индикация напряжения на его выходе. При этом на выходе калибратора устанавливается уровень с учетом реального коэффициента ослабления аттенюатора (введенного при калибровке).

10.3.10 Кнопками Tst, X и ExCal в режиме SHIFT соответственно включаются режимы тестирования индикатора и клавиатуры, полного сброса и внешней калибровки.

10.3.11 Кнопки $\leftarrow$, $\rightarrow$ и $\leftrightarrow$ предназначены для перемещения позиции редактирования выходного напряжения соответственно влево, вправо и включения-выключения режима редактирования. Использование режима редактирования описано в подразделе 10.12.

10.3.12 Ряд кнопок ввода размерности имеет режим многократного действия - при повторном нажатии обеспечивается ввод дробных или кратных величин относительно обозначенных. Повторным нажатием кнопки mV вводятся микроvolты ("μV"), а следующим нажатием - вольты ("V"). Повторными нажатиями кнопки Hz вводятся килоггерцы ("kHz") и мегагерцы ("MHz"). Вторым нажатием кнопкой mW вводятся микроватты ("μW"), вторым нажатием кнопки dB - децибелы к милливатту ("dBm"). Дальнейшее нажатие данных кнопок приводит к переключению указанных значений размерности по кругу.

10.3.13 Включение автоматической калибровки линейности осуществляется в режиме SHIFT кнопкой CZ. В этом случае автоматически производится установка середины шкалы опорного ЦАП, соответствующая нулевому уровню (подробно см. п. 10.6).

10.3.14 Последовательным нажатием кнопок Shift и $\leftarrow$ можно уменьшать громкость звукового сигнала, сопровождающего нажатие кнопок (нажатие будет сопровождаться коротким щелчком). Чтобы снова включить громкий сигнал (короткий тон), нужно последовательно нажать кнопки Shift и $\leftarrow$.

10.4 Выход калибратора

10.4.1 Выход калибратора выполнен в виде коаксиальной розетки стандартного размера 7/3 (тип III по ГОСТ 13317-89Е, волновое сопротивление 50 Ом). Имеется несколько вариантов подключения к выходу калибратора:

а) с нагрузкой, находящейся непосредственно на выходе калибратора. Такое подключение можно применять в случаях, когда сопротивление нагрузки превышает 50-100 кОм и на частотах ниже 10 МГц. Схема подключения приведена на рисунке 10.4;

б) с удаленной нагрузкой (из комплекта поставки калибратора). Применяется в случаях, когда необходимо обеспечить калиброванный уровень на входе удаленного прибора и устранить влияние кабеля на высоких частотах. Схема подключения приведена на рисунке 10.5;

в) с дополнительным внешним аттенуатором «40 дБ» (из комплекта поставки), который может включаться в тракт перед нагрузкой непосредственно на выход калибратора и на конце кабеля для работы с удаленной нагрузкой. Входное и выходное сопротивление аттенуатора также равно 50 Ом;

г) к пробнику высокочастотного вольтметра с помощью тройникового перехода (тройника). Тройник из комплекта прибора Н5-3 рассчитан на подключение пробника вольтметров ВЗ-49, ВЗ-63. Для подключения других вольтметров (с другим диаметром пробника) следует применять тройники из их комплекта. При отсутствии такого тройника рекомендуется изготовить контактное кольцо с внутренним диаметром по размеру пробника и применять его с тройником калибратора Н5-3. Схема подключения тройника приведена на рисунке 10.6.

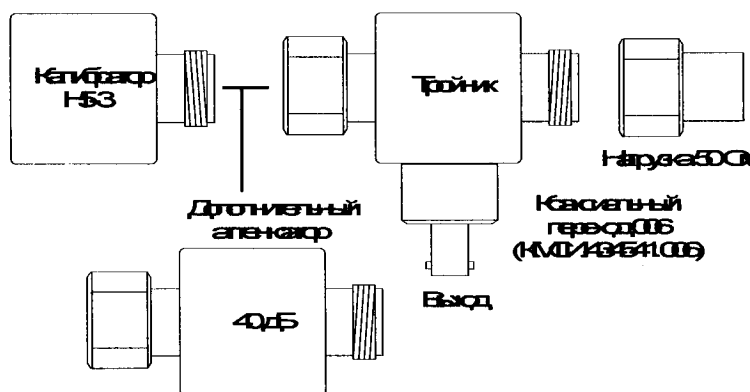


Рисунок 10.4 – Схема подключения к выходу калибратора приборов с высоким входным сопротивлением

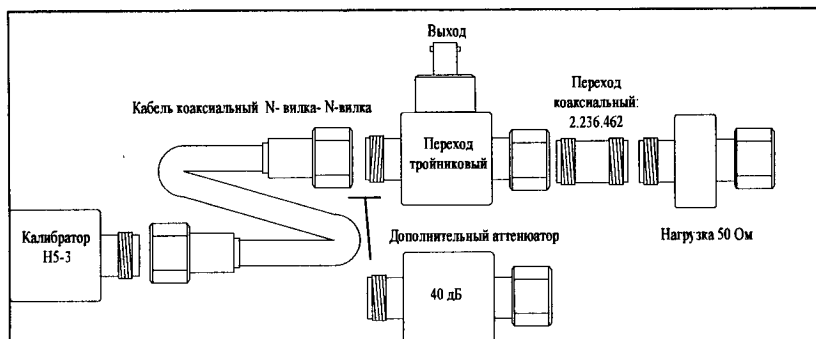


Рисунок 10.5 – Схема подключения к выходу калибратора удаленной нагрузки (из комплекта поставки калибратора)

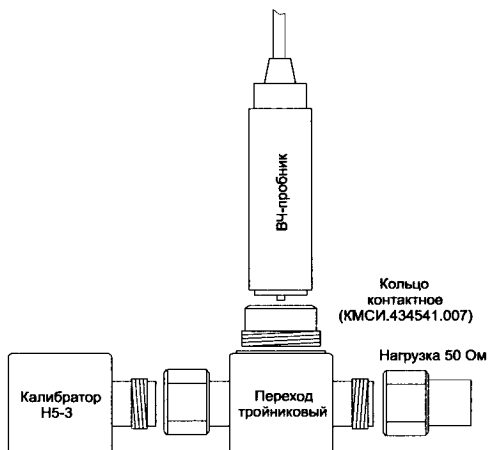


Рисунок 10.6 – Схема подключения к выходу калибратора высокочастотного пробника

10.5 Задняя панель

10.5.1 Задняя панель прибора показана на рисунке 10.7. На ней расположены разъем интерфейса, предохранитель, ввод сети и выключатель сети.

Заводской номер и год выпуска

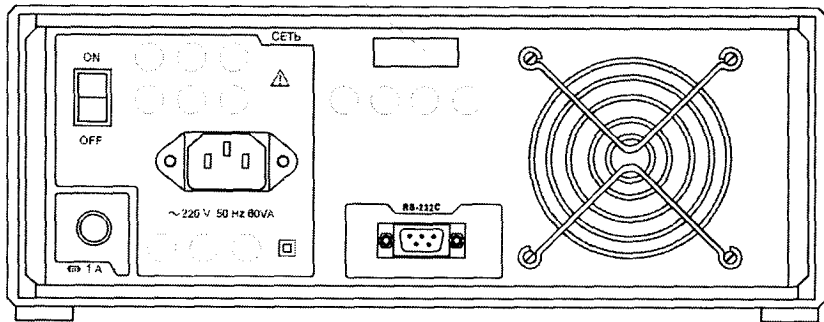


Рисунок 10.7 - Задняя панель калибратора Н5-3

10.6 Воспроизведение напряжения постоянного тока

10.6.1 Калибратор обеспечивает воспроизведение напряжения постоянного тока обеих полярностей на нагрузке 50 Ом.

В приборе предусмотрена автоматическая калибровка середины шкалы опорного ЦАП, которая вследствие того, что ЦАП имеет двухполярный выход, является регулировкой начального смещения (нуля) в режиме воспроизведения постоянного напряжения. После калибровки смещения нуля улучшается линейность преобразования и соответственно снижается погрешность установки выходного напряжения. Калибровка может быть включена оператором (см. раздел п.10.3). Необходимость калибровки нуля обычно возникает только при использовании режима воспроизведения постоянного напряжения и при значительном изменении температуры окружающей среды (более, чем на 10 °C). Продолжительность калибровки 10-15 с. Перед началом калибровки необходимо установить нуль на выходе калибратора.

10.7 Воспроизведение напряжения переменного тока

10.7.1 Выходное напряжение прибора откалибровано по среднеквадратическому значению переменного напряжения. Постоянная составляющая на выходе калибратора специально подавляется и имеет очень малый уровень даже при низких значениях переменного выходного напряжения.

10.7.2 Способ подключения нагрузки к калибратору выбирается в соответствии с решаемой измерительной задачей. Нужно принимать во внимание возможность шунтирования выхода калибратора входным сопротивлением и входной емкостью устройства нагрузки. Кроме этого дополнительная погрешность возникает от потерь в кабеле (до 0,1-0,5 % на 1 м при нагрузке 50 Ом) и увеличения переходного сопротивления в коаксиальных соединителях.

10.7.3 Калибратор может использоваться как:

- а) источник напряжений для поверки и калибровки вольтметров, преобразователей переменного тока, детекторных головок, ваттметров. При этом требуется строго выполнять условия согласования нагрузки;
- б) источник напряжений для относительных измерений, задающий соотношения уровней, или для измерения частотных характеристик;
- в) широкодиапазонный генератор синусоидальных сигналов хорошей формы со стабильной и плавно регулируемой амплитудой.

10.8 Использование режимов обработки устанавливаемых данных

10.8.1 Все виды обработки устанавливаемых данных выполняются каждый раз при вводе нового значения выходного уровня, который определяется путем пересчета задаваемых значений в виде:

а) мощности (P) в милливаттах на нагрузке 50 Ом. Значение выходного напряжения вычисляется на основании формулы (10.1):

$$U_{\text{вых}} [\text{mV}] = 223,6068 \cdot \sqrt{P [\text{mW}]} \quad (10.1)$$

Диапазон задаваемых значений выходной мощности составляет 0.0000002 - 200 мВт. Указанием к установке выходного напряжения соответствующей мощности является ввод цифрового значения в единицах мощности;

б) мощности в децибелах к милливатту на нагрузке 50 Ом. Значение выходного напряжения вычисляется на основании формулы (10.2):

$$U_{\text{вых}} [\text{V}] = 223,6068 \cdot 10^{\frac{P [\text{dBm}]}{20}} \quad (10.2)$$

Диапазон задаваемых значений выходной мощности составляет от минус 67 до 23 dBm. Указанием к установке выходного напряжения, соответствующего относительной мощности, является ввод цифрового значения с размерностью "dBm";

в) абсолютного (в милливольтках) отклонения относительно текущего уровня напряжения на выходе калибратора. Новое значение выходного уровня вычисляется как алгебраическая сумма текущего и введенного. Указанием к выполнению этой операции является ввод цифрового значения со знаком "Δ". Диапазон задаваемых значений ограничен только возможностью установки вычисленного значения на выходе калибратора;

г) отклонения (Δ) в процентах относительно текущего уровня напряжения (U) на выходе калибратора. Значение выходного напряжения вычисляется на основании формулы (10.3):

$$U_{\text{вых}} [B] = U \cdot [1 + (\Delta [\%]/100)] \quad (10.3)$$

Диапазон задаваемых значений отклонения составляет 0.001 - 99999 %. Указанием к установке выходного напряжения, соответствующего введенному отклонению, является ввод цифрового значения в процентах со знаком "Δ". Диапазон задаваемых значений ограничен только возможностью установки вычисленного значения на выходе калибратора;

д) отношения (δ) в процентах к текущему уровню на выходе калибратора. Значение выходного напряжения вычисляется на основании формулы (10.4):

$$U_{\text{вых}} [B] = U \cdot (\delta [\%]/100) \quad (10.4)$$

Диапазон задаваемых значений отклонения составляет 0.001 - 99999 %. Указанием к установке выходного напряжения, соответствующего введенному отклонению, является ввод цифрового значения в процентах;

е) отношения в децибелах к текущему уровню на выходе калибратора. Значение выходного напряжения вычисляется на основании формулы (10.5):

$$U_{\text{вых}} [B] = U \cdot 10^{[dB]/20} \quad (10.5)$$

Диапазон задаваемых значений отклонения от минус 120 до 120 дБ.

Указанием к установке выходного напряжения, соответствующего введенному отношению, является ввод цифрового значения в децибелах.

Другие варианты установки выходного напряжения не обрабатываются.

10.8.2 При вводе проверяется правильность данных:

а) на превышение диапазона устанавливаемых значений выходного напряжения. Проверка выполняется после вычисления. При обнаружении ошибки на индикатор выводится соответствующее сообщение (см. таблицу 10.1);

б) на допустимость введенных параметров. Попытки неправильно ввести параметр или его атрибуты игнорируются, например, знак "Δ" при вводе децибелов или децибелов к милливатту.

10.9 Полный сброс

10.9.1 Режим полного сброса используется для очистки памяти констант обработки данных и приведения прибора в исходное состояние. Полный сброс вызывается последовательным нажатием кнопок Shift и Clr / X.

10.10 Тестирование

10.10.1. Программа тестирования вызывается последовательным нажатием кнопок Shift и Enter/Tst и выполняет:

- а) проверку индикатора;
- б) проверку клавиатуры;
- в) проверку вращающегося кодового переключателя.

10.10.2. При тестировании индикатора визуально проверяется включение всех сегментов индикатора. По окончании тестирования индикатора программа автоматически переходит к тестированию клавиатуры, где ждет нажатий кнопок. Нажимая кнопки последовательно сверху вниз, слева направо, контролируют отображение номера кнопки в соответствии с рисунком 10.8. Порядковый номер нажатой кнопки отображается на индикаторе, например, в виде сообщения "n02". После нажатия кнопки ⇒ (логический номер "31") происходит переход в режим тестирования кодового переключателя. При вращении его влево (уменьшение) появляется сообщение "Lxxx", где xxx – число произведенных «щелчков». При вращении его вправо (увеличение) на индикаторе прибора появляется сообщение "Rxxx", где xxx – число произведенных «щелчков» после смены направления вращения. После следующего нажатия кнопки ⇒ прибор переходит в режим DCV, U_{вх} = 1 мВ.

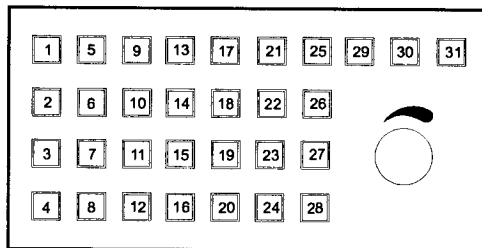


Рисунок 10.8

10.11 Использование последовательного интерфейса

10.11.1 Последовательный интерфейс СТЫК С2 (RS-232C) обеспечивает возможность подключения прибора к компьютеру, имеющему стандартный последовательный порт (COM-порт).

10.11.2 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 10.9.

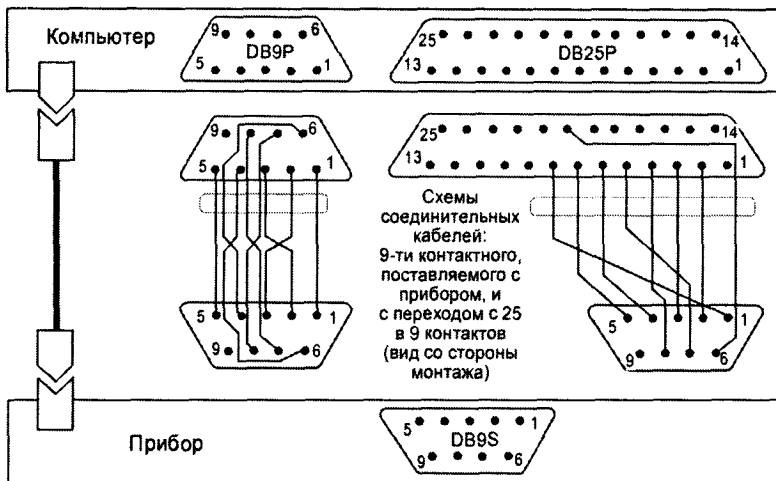


Рисунок 10.9

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

а) управление прибором осуществляется подачей текстовой строки в формате, указанном в таблице 10.2;

б) вывод данных через последовательный интерфейс происходит одновременно по запросу. Формат выводимых данных представлен в таблице 10.3. Данные представлены в виде текстовой строки постоянной длины (15 символов) и содержат цифровые данные с десятичной точкой и размерность.

Формат принимаемой строки										
Структура строки передаваемых данных	Заголовок данных: V - напряжение в милливольтках H - частота в герцах K - частота в килогерцах M - частота в мегагерцах							Разделитель: всегда "CR" (возврат каретки) и "LF" (перевод строки)		
	Форматы цифровых данных с десятичной точкой, положение которой определяется уровнем выходного сигнала: 00000. 0000.0 000.00 00.000 0.0000 .00000									
	Символ	1	2	3	4	5	6			
Режим	Примеры в текстовом виде и HEX-коде									
Установка напряжения в милливольтках	V	0	0	0	.	0	0	CR	LF	
	56H	30H	30H	30H	2EH	30H	30H	0DH	0AH	
Установка частоты в герцах	H	0	0	0	.	0	0	CR	LF	
	48H	30H	30H	30H	2EH	30H	30H	0DH	0AH	
Установка частоты в килогерцах	K	0	0	0	.	0	0	CR	LF	
	4BH	30H	30H	30H	2EH	30H	30H	0DH	0AH	
Установка частоты в мегагерцах	M	0	0	0	.	0	0	CR	LF	
	4DH	30H	30H	30H	2EH	30H	30H	0DH	0AH	
Команды										
Символ								1	2	3
Напряжение постоянного тока положительной полярности (текущее значение напряжения)								+	CR	LF
								2BH	0DH	0AH
Напряжение постоянного тока отрицательной полярности (текущее значение напряжения)								-	CR	LF
								2CH	0DH	0AH
Напряжение переменного тока (текущие значения напряжения и частоты)								A	CR	LF
								41H	0DH	0AH
Включить режим дополнительного внешнего аттенюатора (осуществлять пересчет и индикацию значений на выходе аттенюатора)								E	CR	LF
								45H	0DH	0AH
Выключить режим внешнего аттенюатора (только внутренний)								I	CR	LF
								49H	0DH	0AH
Запрос состояния прибора								Q	CR	LF
								51H	0DH	0AH
Сброс прибора (калибровка нуля и приведение в исходное состояние: режим постоянного тока, выходное напряжение равно 1 mV)								R	CR	LF
								52H	0DH	0AH
Примечание - Все остальные символы и коды игнорируются										

Примечание - Все остальные символы и коды игнорируются

Таблица 10.3

Формат выдаваемой строки состояния														
«А» переменное напряжение							Размерность частоты «Н» - в герцах «К» - в килогерцах «М» - в мегагерцах				«Е» – дополнительный внешний аттенуатор «I» – только внутренний			
«+» постоянное напряжение положительной полярности														
«-» постоянное напряжение отрицательной полярности														
0000.0 напряжение в							000. частота с				Разделитель			
000.00 милливольт							00.0 десятичной							
00.000 с десятичной							0.00 точкой							
0.0000 точкой							.000							
.00000														
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	CR	LF
Примеры														
A 1000.0 K 1.00 I CR LF							1 В напряжения переменного тока частотой 1 кГц.							
+10.000 K 1.00 E CR LF							+10 мВ напряжения постоянного тока положительной полярности с дополнительным аттенуатором. Текущая частота 1 кГц (на выходе не действует)							

10.11.4 Ниже приведены примеры программирования прибора. Примеры даны на языке программирования "QBasic". 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 задании уровней, вызывающих изменение пределов напряжения и частоты, можно несколько уменьшить задержку между командами. Если новое значение напряжения или частоты соответствует уже установленному пределу, то задержка может быть минимальной. В тех случаях, когда изменяется только один параметр воспроизведения, неизменяемое значение (напряжения или частоты) можно не передавать. **Помните!** Быстродействие аналоговой схемы прибора намного ниже скорости работы управляющей ЭВМ, поэтому необходимо выдерживать время для установления выходного напряжения с необходимой точностью.



1

1. *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.

[illegible]

1

1000

10.11.5 Работа прибора Н5-3 в измерительных системах с интерфейсом по ГОСТ 26003-80 (КОП - канал общего пользования) осуществляется с помощью внешнего преобразователя интерфейсов КОП - СТЫК С2 (GPIB - RS-232C), который может входить в комплект поставки прибора. Прибор подключается к преобразователю КОП кабелем последовательного интерфейса СТЫК С2 также, как к компьютеру с "СОМ" портом. Преобразователь КОП подключается к коллективной линии посредством стандартного кабеля (оба указанных кабели могут поставляться с прибором Н5-3).

10.11.6 Преобразователь КОП настраивается согласно его инструкции по эксплуатации на необходимую (4,8 кбод) скорость интерфейса СТЫК С2 (RS-232C) и устанавливается любой выбранный пользователем адрес КОП.

10.11.7 Формат считываемых и посылаемых данных остается таким же, как и при работе с последовательным интерфейсом. Допускается добавление в управляющую команду, посылаемую в прибор, разделителей любого типа (все лишнее игнорируется).

10.12 Использование режима редактирования выхода

10.12.1 Режим плавного регулирования (редактирования) выхода калибратора позволяет очень просто определить погрешность проверяемого устройства или измерить отклонение какого-либо параметра от номинального значения, например, коэффициента передачи электронного блока (преобразователя). При этом погрешность или отклонение вычисляется автоматически в процентах и отображается на индикаторе калибратора. Режим редактирования выхода позволяет обеспечить правильную проверку приборов со стрелочным (аналоговым) индикатором, устанавливая стрелку на проверяемую отметку справа и слева.

10.12.2 Схема использования режима редактирования такова:

а) установить на выходе калибратора напряжение, соответствующее номинальному значению в проверяемой точке (отметке шкалы проверяемого прибора или уровне на входе проверяемого блока);

б) если показания индикатора проверяемого прибора или выходной уровень проверяемого блока не соответствуют номиналу (имеется отклонение), включить режим редактирования кнопкой $\leftrightarrow$;

в) кнопками $\leftarrow$, $\rightarrow$ установить курсор в позицию, обеспечивающую наиболее удобное и быстрое редактирование отклонения;

г) вращая переключатель редактирования выхода, увеличить (по часовой стрелке) или уменьшить (против часовой стрелки) значения выходного напряжения, добиваясь, как можно точнее, установки номинального значения на индикаторе проверяемого прибора или заданного уровня на выходе проверяемого блока. При необходимости сдвинуть курсор влево, увеличивая плавность регулирования (уменьшая дискретность регулирования);

д) когда отклонение будет полностью или с допустимой точностью скомпенсировано, считать с индикатора калибратора значение отклонения (погрешности) проверяемого параметра.

10.12.3 При проверке аналоговых приборов стрелка устанавливается на проверяемую отметку два раза – движением слева и движением справа – проверяется исправность механизма стрелочного индикатора. Для этого, включив режим редактирования, специально уведят стрелку от проверяемой отметки (влево или вправо) и возвращают обратно, уже устанавливая точно.

10.12.4 При редактировании выхода необходимо учитывать следующее:

а) при воспроизведении постоянного напряжения учитываются знаки выходного напряжения и введенного отклонения. Воспроизводимое же переменное напряжение считается положительным, а переход в отрицательную полярность запрещен (выдается сообщение об ошибке);

б) диапазон редактирования полностью соответствует диапазону воспроизводимого напряжения. Диапазон индикации отклонения ограничен значением $\pm 99.9999\%$, при его превышении выдается соответствующее сообщение;

в) для улучшения плавности регулирования выходного напряжения в области границ пределов (точки, кратные 2 и 6) их переключение блокируется, пока абсолютная величина отклонения не превышает 12.5 %. При этом отсутствуют скачки (разрывы характеристики преобразования) более одного-двух единиц младшего индицируемого разряда, что намного меньше нормируемой погрешности;

г) если выход из режима редактирования производить нажатием кнопки **Clr**, то введенное отклонение отбрасывается – восстанавливается исходное значение выходного напряжения, действовавшее в момент включения редактирования. При выходе из редактирования нажатием кнопки $\leftrightarrow$ - отклонение учитывается, т.е. выходной уровень остается измененным.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И ПОВЕРКА ПРИБОРА

11 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

11.1 Общие положения

11.1.1 Во время, до и после проведения работ по уходу за прибором необходимо соблюдать меры безопасности, изложенные в п. 9.1.

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

11.1.2 В зависимости от этапов эксплуатации проводятся следующие виды технического обслуживания:

- а) при использовании прибора по назначению - контрольный осмотр (КО) и техническое обслуживание № 1 и № 2 (ТО-1, ТО-2);
- б) при кратковременном хранении - КО;
- в) при длительном хранении - техническое обслуживание № 1 и № 2 (ТО-1х, ТО-2х);
- г) при транспортировании - КО.

11.1.3 При использовании прибора КО проводится ежедневно перед работой. Если прибор не используется, КО проводится не реже одного раза в квартал.

В КО прибора включаются:

- а) внешний осмотр для проверки отсутствия механических повреждений, целости защитного стекла, закрепительного клейма, лакокрасочного покрытия и надписей, клавиатуры, исправности соединительных кабелей, коаксиальных переходов, нагрузки 50 Ом, аттенюатора «40 дБ», тройника;
- б) удаление пыли и влаги с внешних поверхностей;
- в) проверка четкости срабатывания кнопок клавиатуры;
- г) проверка работоспособности согласно пп. 10.10.1, 10.10.2;
- д) устранение выявленных недостатков.

ТО-1 проводится один раз в год или при постановке на кратковременное хранение. В ТО-1 включаются:

- а) операции а) – д) КО;
 - б) восстановление при необходимости лакокрасочных покрытий и надписей;
 - в) очистка фильтра вентилятора;
 - г) проверка состояния и комплектности ЗИП;
 - д) устранение выявленных недостатков;
 - е) проверка правильности ведения эксплуатационной документации (ЭД).
- КО, ТО-1 проводятся без вскрытия прибора персоналом, эксплуатирующим прибор.

ТО-2 проводится с периодичностью поверки и совмещается с ней или при постановке на длительное хранение. В ТО-2 включаются:

- а) операции а) – д) ТО-1;
- б) проверка износа вентилятора (по уровню производимого шума);

Результаты проведения ТО-1, ТО-2 заносятся в формуляр с указанием даты проведения и подписываются лицом, проводившим техническое обслуживание.

11.1.4 При кратковременном хранении техническое обслуживание проводится в объеме КО один раз в 6 мес. персоналом, эксплуатирующим прибор. При хранении на складе персоналом склада проводится проверка наличия прибора на месте хранения и состояние его упаковок.

11.1.5 При длительном хранении ТО-1х проводится один раз в год. В ТО-1х включаются:

- а) проверка наличия прибора на месте хранения;
- б) внешний осмотр состояния упаковки;
- в) проверка состояния учета и условий хранения прибора;
- г) проверка правильности ведения ЭД.

ТО-2х проводится один раз в 5 лет либо в сроки, назначенные по результатам ТО-1х.

В ТО-2х включаются:

- а) операции а) – в) ТО-1х;
- б) периодическая поверка прибора в соответствии с разделом 12;
- в) проверка состояния ЭД и отметка о выполненных работах.

ТО-1х проводится персоналом, ответственным за хранение прибора, ТО-2х - поверочным органом (подпункт б) ТО-2х) и персоналом, ответственным за хранение.

11.1.6 При транспортировании КО проводится перед транспортированием и после него.

11.2 Общие указания по калибровке прибора

11.2.1 В калибраторе Н5-3 применена цифровая калибровка, выполняемая без вскрытия прибора. Методы цифровой калибровки описаны в п.11.3. Цифровая калибровка проводится в исправном приборе при периодическом обслуживании для коррекции временного дрейфа электрических элементов.

В приборе имеются и органы аналоговой калибровки (регуливки) - в схемах низкочастотного генератора, платы фильтров, опорного источника и преобразователя переменного напряжения обратной связи. Это элементы, предназначенные для начальной установки режимов схемы, настройки нуля и формирования заданной АЧХ фильтров. Практически необходимость в их регулировании возникает только при выпуске прибора или замене элементов

входного делителя. Методы настройки АЧХ фильтров и других регулировок описаны в п.11.4.

11.2.2 Рекомендуемая периодичность калибровки прибора – двадцать четыре месяца. Причем, калибровки проводятся по мере необходимости при очередных поверках прибора.

Дополнительную калибровку рекомендуется проводить после ремонта, продолжительного хранения (более одного года) или продолжительного пребывания при предельных температурах (несколько месяцев). Необходимость такой дополнительной калибровки определяется после приработки прибора длительностью не менее 24 ч.

11.2.3 При периодичности поверки 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:

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

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

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

11.2.5 При калибровке прибора следует учитывать такую особенность организации ЭНЗУ, что даже неполная калибровка восстанавливает признаки исправности ЭНЗУ (контрольную сумму). Поэтому для полной калибровки прибора необходимо, чтобы были внесены все калибровочные константы (выполнены все шаги калибровки). При неполной калибровке вместо невнесенных констант записываются инициализированные значения - единственный масштабный коэффициент.

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

Более подробно организация ЭНЗУ и меры, обеспечивающие сохранность и восстановление данных, описаны в части 2 настоящего руководства.

11.2.6 После проведения первичной калибровки прибора (при выпуске или после капитального ремонта) данные калибровки необходимо считать из ЭНЗУ и записать в формуляр прибора. Операции считывания и восстановления данных ЭНЗУ на основании записи в формуляре описаны в части 2.

11.3 Цифровая калибровка прибора

11.3.1 Прибор Н5-3 калибруется путем автоматического вычисления и записи в ЭНЗУ цифровых масштабных коэффициентов и включает в себя:

- а) технологическую калибровку (калибровка отдельных узлов калибратора), а также калибровку смещения и разнополярности ЦАП опорного напряжения, ослабления внешнего аттенюатора «40 дБ»;
- б) калибровку на постоянном токе всех ступеней выходного аттенюатора;
- в) калибровку на переменном токе на пределе 3 В во всем частотном диапазоне (в тринадцати частотных точках);
- г) калибровку на переменном токе на пределе 1 В в высокочастотной части диапазона (выше 3 МГц);
- д) калибровку «наклона» АЧХ аттенюатора (при ослаблении основного выхода от минус 20 до минус 70 дБ).

ВНИМАНИЕ! Этот вид калибровки производится ТОЛЬКО при выпуске из производства или капитальном ремонте (элементов аттенюатора).

Калибровку прибора выполняют в точках, приведенных в таблице 11.1, соблюдая указанный порядок шагов калибровки. Для калибровки на выходе прибора устанавливается определенный уровень, который измеряется с помощью внешних мер, с клавиатуры вводится поправка и подается команда о вычислении калибровочного поправочного коэффициента. В процессе калибровки уровень выходного напряжения обновляется с учетом введенного калибровочного коэффициента, позволяя оператору следить за ее результатом. При необходимости операция калибровки повторяется.

Таблица 11.1

Номер шага калибровки	Калибровочный уровень		Точность калибровки **, ±	Методика калибровки	Калибруемый режим, предел, блок ***
	номинальное значение	погрешность измерения *, %, ±			
Напряжение постоянного тока					
00	000.00 мкВ	50 мкВ	200 мкВ	п.11.3.5	Нуль ЦАП
01	+3.0000 В	0.015	300 мкВ	п.11.3.5	DCV, "+3 V"
02	+30.000 мВ	0.015	5 мкВ	п.11.3.5	DCV, "+30 mV" с внешним аттенуатором
03	-3.0000 В	0.015	300 мкВ	п.11.3.5	DCV, "-3 V"
04	+1.0000 В	0.015	150 мкВ	п.11.3.5	DCV, "+1 V"
05	+300.00 мВ	0.015	45 мкВ	п.11.3.5	DCV, "+0.3 V"
06	+100.00 мВ	0.02	20 мкВ	п.11.3.5	DCV, "+0.1 V"
07	+30.000 мВ	0.02	6 мкВ	п.11.3.5	DCV, "+30 mV"
08	+10.000 мВ	0.03	3 мкВ	п.11.3.5	DCV, "+10 mV"
09	+3.0000 мВ	0.07	2 мкВ	п.11.3.5	DCV, "+3 mV"
10	+1.0000 мВ	0.2	2 мкВ	п.11.3.5	DCV, "+1 mV"
Напряжение переменного тока на пределе 3 В					
11	3.0000 В, 20 Гц	0.1	600 мкВ (0.04 %)	п.11.3.6	ACV, "3 V", 10-100 Гц
12	3.0000 В, 100 Гц	0.1	600 мкВ (0.04 %)	п.11.3.6	ACV, "3 V", 100-1000 Гц
13	3.0000 В, 1 кГц	0.1	600 мкВ (0.04 %)	п.11.3.6	ACV, "3 V", 1-100 кГц
14	3.0000 В, 100 кГц	0.1	600 мкВ (0.04 %)	п.11.3.6	ACV, "3 V", 100-1000 кГц
15	3.0000 В, 1 МГц	0.1	600 мкВ (0.04 %)	п.11.3.6	ACV, "3 V", 1 - 3 МГц
16	3.0000 В, 3 МГц	0.15	600 мкВ (0.04 %)	п.11.3.6	ACV, "3 V", 3 - 5 МГц
17	3.0000 В, 5 МГц	0.15	600 мкВ (0.04 %)	п.11.3.6	ACV, "3 V", 5 - 11 МГц
18	3.0000 В, 10 МГц	0.2	900 мкВ (0.06 %)	п.11.3.6	ACV, "3 V", 5 - 11 МГц
19	3.0000 В, 15 МГц	0.3	1.2 мВ (0.08 %)	п.11.3.6	ACV, "3 V", 15 МГц
20	3.0000 В, 20 МГц	0.3	1.2 мВ (0.08 %)	п.11.3.6	ACV, "3 V", 20 МГц
21	3.0000 В, 30 МГц	0.3	1.5 мВ (0.08 %)	п.11.3.6	ACV, "3 V", 30 МГц
22	3.0000 В, 50 МГц	0.4	3 мВ (0.16 %)	п.11.3.6	ACV, "3 V", 50 МГц

Продолжение таблицы 11.1

Номер шага калибровки	Калибровочный уровень		Точность калибровки **, ±	Методика калибровки	Калибруемый режим, предел, блок ***
	номинальное значение	погрешность измерения *, %, ±			
Напряжение переменного тока на пределе 1 В					
23	1.0000 В, 100кГц	-	0.3 мВ (0.03 %)	п.11.3.6	Опорный уровень
24	1.0000 В, 3 МГц	0.3	0.3 мВ (0.03 %)	п.11.3.6	АСВ, "1 V"
25	1.0000 В, 5 МГц	0.3	0.3 мВ (0.03 %)	п.11.3.6	3 - 5 МГц
26	1.0000 В, 10 МГц	0.3	0.3 мВ (0.03 %)	п.11.3.6	АСВ, "1 V", 5 - 11 МГц
27	1.0000 В, 15 МГц	0.3	0.3 мВ (0.03 %)	п.11.3.6	АСВ, "1 V", 5 - 11 МГц
28	1.0000 В, 20 МГц	0.3	0.5 мВ (0.05 %)	п.11.3.6	АСВ, "1 V", 15 МГц
29	1.0000 В, 30 МГц	0.3	0.5 мВ (0.05 %)	п.11.3.6	АСВ, "1 V", 20 МГц
30	1.0000 В, 50 МГц	0.4	1 мВ (0.1 %)	п.11.3.6	АСВ, "1 V", 30 МГц
					50 МГц
Шаги, указанные далее, выполняются только при выпуске или после ремонта!					
Напряжение переменного тока на пределах 0.001 – 0.3 В					
31	300.00 мВ, 100 кГц	-	0.2 мВ (0.07 %)	п.11.3.7	Опорный уровень
32	300.00 мВ, 30 МГц	0.45	0.2 мВ (0.06 %)	п.11.3.7	АСВ, "0.3 V"
33	100.00 мВ, 100 кГц	-	0.1 мВ (0.1 %)	п.11.3.7	Опорный уровень
34	100.00 мВ, 30 МГц	0.45	0.1 мВ (0.1 %)	п.11.3.7	АСВ, "100mV"
35	30.000 мВ, 100 кГц	-	0.03 мВ (0.1 %)	п.11.3.7	Опорный уровень
36	30.000 мВ, 30 МГц	0.45	0.03 мВ (0.1 %)	п.11.3.7	АСВ, "30 mV"
37	10.000 мВ, 100 кГц	-	20 мкВ (0.2 %)	п.11.3.7	Опорный уровень
38	10.000 мВ, 30 МГц	0.7	20 мкВ (0.2 %)	п.11.3.7	АСВ, "10 mV"
39	3.0000 мВ, 100 кГц	-	15 мкВ (0.5 %)	п.11.3.7	Опорный уровень
40	3.0000 мВ, 30 МГц	0.7	15 мкВ (0.5 %)	п.11.3.7	АСВ, "3 mV"
41	1.0000 мВ, 100 кГц	-	10 мкВ (1 %)	п.11.3.7	Опорный уровень
42	1.0000 мВ, 30 МГц	1	10 мкВ (1 %)	п.11.3.7	АСВ, "1 mV"
* Допускаемая погрешность измерения уровня, установленного на выходе калибратора .					
** Допускаемое отклонение выходного уровня от номинального значения после калибровки по прибору, контролирующему выходной уровень.					
*** Указана дополнительная информация, которую можно использовать для поиска неисправности и при ремонте прибора.					

11.3.2 Режим калибровки включается следующим образом:

а) нажать кнопки Shift и ExCal. На индикаторе должно появиться сообщение "Ext_Calibr" (см. таблицу 10.1);

б) ввести трехзначный код-ключ - число 530. Набор кода производится кнопками цифрового ввода 5, 3 и 0 с интервалом не более 2,5 с между нажатиями;

в) если код введен правильно, то на индикаторе прибора появляется значение калибровочного уровня шага "00" (на верхней строке) и сообщение "Cal_Step_N=00" на нижней строке (см. таблицу 10.1), подтверждающее переход в режим выбора шага калибровки. В противном случае прибор переходит в режим полного сброса, и вызов внешней калибровки нужно повторить сначала;

г) нажатием кнопок $\Leftarrow$ (кнопка приобретает значение "уменьшение номера шага") или $\Rightarrow$ ("увеличение номера шага") выбирается необходимый номер шага калибровки;

д) нажать кнопку Enter (кнопка приобретает значение "подтверждения калибровки") - на индикаторе появляется номинальное значение напряжения и частоты в точке калибровки, а на выходе устанавливается соответствующее значения выходного напряжения с учетом действующих калибровочных коэффициентов. Далее прибор ожидает редактирования выходного уровня вращающимся кодовым переключателем.

11.3.3 Процедура калибровки состоит из следующих действий:

а) включить режим калибровки и выбрать необходимый шаг калибровки (см. п.11.3.2);

б) подать калибровочный уровень (см. таблицу 11.1) на вход измерительного прибора (измерительной схемы);

в) соответственно кнопками $\Leftarrow$ и $\Rightarrow$ включить режим редактирования и установить курсор в редактируемую позицию. Затем вращающимся кодовым переключателем отредактировать выходной уровень до получения показаний измерительного прибора с необходимой точностью;

г) после установления стабильных показаний нажать кнопку Enter - произойдет автоматическое обновление соответствующего масштабного коэффициента, приводящее показания к номинальному значению (см. таблицу 11.1). На индикаторе также установится номинальное значение;

д) проверить показания прибора, контролирующего выход. Если показания значительно отличаются от номинального значения, необходимо повторить калибровку, снова отредактировав выходное значение, и нажать кнопку Enter. Если обновленные показания соответствуют номинальному значению выходного сигнала с допустимой точностью (см. таблицу 11.1), то калибровку данного вида можно считать законченной. Чтобы выйти из режима калибровки, необходимо нажать кнопку Clr (кнопка в режиме калибровки приобретает значение "отмены"), и прибор вернется в режим выбора шага

калибровки. Если уровень выходного калиброванного сигнала при редактировании более, чем на 37.5 %, отличается от номинального значения, на индикаторе появляется сообщение об ошибке "Err_Inp_Cal" (см. таблицу 10.1), а записи калибровочного коэффициента в ЭНЗУ не происходит;

е) далее выбирается другой шаг калибровки прибора, устанавливается другой калибровочный уровень и указанные действия повторяются или следующим нажатием кнопки Clr осуществляется выход из режима калибровки.

11.3.4 В приборе предусмотрена возможность выборочной калибровки, в связи с чем отсутствуют ограничения на порядок калибровки шагов: он может быть произвольным. Однако некоторые ограничения все-таки существуют, чем и объясняется порядок шагов, указанный в таблице 11.1:

а) окончательная калибровка масштабов в режимах воспроизведения постоянного и переменного напряжения (шаги "01"-"30") должна производиться только после калибровки нуля ЦАП постоянного напряжения на шаге "00";

б) окончательная калибровка масштабов в режиме воспроизведения напряжения переменного тока (шаги "11" - "30") должна производиться только после калибровки масштабов на постоянном токе;

в) окончательная калибровка «наклона» АЧХ аттенуатора (шаги "31" - "42") должна производиться только после калибровки масштабов на переменном токе.

11.3.5 Для калибровки прибора Н5-3 в режиме воспроизведения напряжения постоянного тока (шаги калибровки от «00» до «10») необходим вольтметр постоянного тока, обеспечивающий измерение уровней согласно таблице 11.1. Дополнительное требование к вольтметру: наличие режима измерения отклонения и уровень шума в полосе частот от 0,1 до 10 Гц не более 2 мкВ (двойной размах). Рекомендуемый вольтметр - В7-64 (В7-64/1). Калибровочные схемы представлены на рисунках 11.1 и 11.2. Калибровка проводится при уровнях, указанных в таблице 11.1 (устанавливаются автоматически при вводе номера шага), и включает в себя следующие операции:

а) подготовку схемы калибровки и используемой аппаратуры. При калибровке низких уровней (шаги "05" - "10") необходимо воспользоваться режимом относительных измерений для компенсации напряжения смещения или термо-э.д.с. в выходных цепях. Для этого перед включением режима калибровки (предварительная калибровка шага "00" должна быть проведена) необходимо установить на выходе калибратора напряжение 0 В (нажатием кнопки Zero , подождать (до 1 мин) установления стабильных показаний и нажать кнопку Δ прибора В7-64. Вольтметр В7-64 должен работать в режиме усреднения (включается кнопкой Avg). При этом индицируется

дополнительный разряд (включается 6-разрядная шкала) и улучшается стабильность показаний;

б) включение режима калибровки и установка номера шага (см. п.11.3.3);

в) измерение и редактирование выходного уровня;

г) ввод калибровочного значения и вычисление калибровочной константы;

д) повторное измерение и анализ результатов калибровки;

е) переход к другому шагу калибровки при успешном выполнении калибровки или выход из режима калибровки.



* Из комплекта поставки прибора H5-3

Рисунок 11.1. - Основная схема для калибровки (поверки) прибора в режиме воспроизведения напряжения постоянного тока

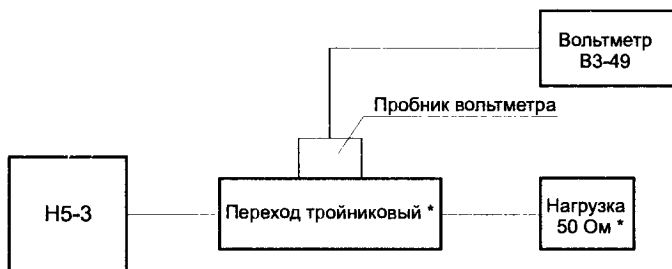


* Из комплекта поставки прибора H5-3

Рисунок 11.2. - Схема для калибровки (поверки) прибора в режиме воспроизведения напряжения постоянного тока с включенным внешним аттенуатором

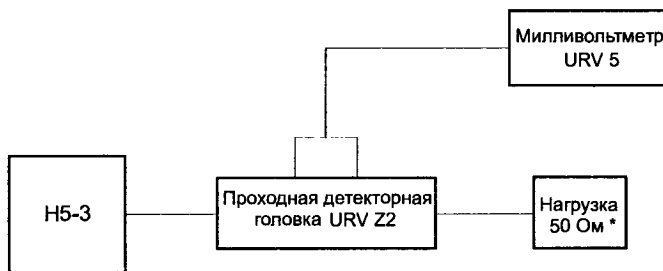
Используемые в качестве калибровочных мер приборы должны быть подготовлены в соответствии с их инструкциями по эксплуатации для максимального снижения погрешности.

11.3.6 Калибровка прибора Н5-3 в режиме воспроизведения напряжения переменного тока на пределах 1 В и 3 В (шаги от «11» до «30») производится с помощью диодного вольтметра ВЗ-49 (ВЗ-63) или милливольтметра URV 5, при наличии соответствующей его поверки (калибровки) по точности, включаемых соответственно по измерительным схемам рисунка 11.3 и рисунка 11.4. Отличие измерительных схем заключается только в том, что в первом случае используется переход тройниковый из комплекта калибратора Н5-3, а во втором - проходной датчик URV Z2 из комплекта прибора URV 5.



* Из комплекта прибора Н5-3

Рисунок 11.3. - Схема для калибровки (поверки) прибора в режиме воспроизведения напряжения переменного тока с помощью вольтметра ВЗ-49



* Из комплекта прибора Н5-3

Рисунок 11.4 - Схема для калибровки (поверки) прибора в режиме воспроизведения напряжения переменного тока с помощью милливольтметра URV 5

Для проведения калибровки необходимо:

а) подготовить схему калибровки и используемую аппаратуру. Регулировку нуля вольтметра ВЗ-49 можно производить в собранной схеме, установив на выходе калибратора напряжение, равное нулю в режиме "DCV", нажатием кнопки Zero. Если используется милливольтметр URV 5, то его необходимо прогреть в течение 5 мин;

б) установить необходимый предел измерения вольтметра ВЗ-49;

в) выбрать нужный шаг калибровки. Напряжение и частота, соответствующие калибруемой точке, установятся автоматически (см. таблицу 11.1);

г) установить компенсирующее напряжение вольтметра ВЗ-49, равное измеряемому, но с учетом систематической и частотной поправок, вычисляемых заранее;

д) отредактировать выходной уровень калибратора до получения нулевых показаний индикатора прибора ВЗ-49 или показаний милливольтметра URV 5 с учетом поправок;

е) подтвердить ввод калибровочного значения и вычисление калибровочной константы;

ж) провести повторное измерение и анализ результатов калибровки. При необходимости, повторить операции б) – е);

и) если разность показаний вольтметра и номинального калибруемого уровня не превышает значений, указанных в таблице 11.1, то перейти к другому шагу калибровки.

11.3.7 Калибровка прибора Н5-3 в режиме воспроизведения напряжения переменного тока на пределах 1 мВ – 0.3 В (шаги от «31» до «42») производится с помощью милливольтметра URV 5, включаемого в соответствии с измерительной схемой рисунка 11.4.

ВНИМАНИЕ! Этот вид калибровки производится только при выпуске и после ремонта. При работе с прибором URV 5 нужно иметь в виду, что полоса пропускания детекторного вольтметра очень широка (2 - 3 ГГц) и при измерениях низких уровней напряжения начинает сказываться тепловой шум сопротивления 50 Ом (нагрузки), пиковое значение которого может достигать десятков микровольт. Поэтому, когда шум показаний вольтметра не позволяет определить их однозначно (такое бывает при измерении уровней ниже 3 мВ), то следует за результат принимать среднее значение. Например, брать среднее между крайними показаниями или включить режим дополнительной фильтрации или усреднения. В милливольтметре URV 5 такой режим есть и реализуется включением фильтра «F1» (кнопкой "Filter").

Калибровка производится в четыре этапа:

- устанавливается равенство воспроизводимых уровней на частоте 100 кГц и 30 МГц с точностью, указанной в таблице 11.1, по приведенной ниже методике;

- выключается режим калибровки и проверяется неравномерность АЧХ на калибруемом пределе (0.3 В, 0.1 В, 30 мВ, 10 мВ, 3 мВ и 1 мВ). Если разница уровней на частотах 100 кГц и 30 МГц превышает половину погрешности, нормируемой на частоте 50 МГц, то вводят упреждающую коррекцию;

- введение упреждающей коррекции заключается в сдвиге калибровочного уровня на частоте 30 МГц (в точке калибровки) в противоположенную сторону погрешности на частоте 50 МГц. Значение упреждающей поправки берется около 20-30 % от измеренного значения частотной погрешности в точке 50 МГц. Обычно на частоте 50 МГц наблюдается снижение выходного уровня на 0.5-1.5 %, для устранения которого достаточно ввести поправку $+(0.2 - 0.3) \%$;

- проверить действие введенного упреждения и, при необходимости, повторить операции выравнивания АЧХ.

Для проведения калибровки необходимо:

- а) подготовить схему калибровки и используемую аппаратуру. Установку нуля милливольтметра проводят в собранной схеме, устанавливая на выходе калибратора напряжение, равное нулю в режиме "DCV", нажатием кнопки Zero прибора Н5-3. Затем кнопкой Zero на панели милливольтметра URV 5 включается его режим калибровки нуля. Калибровки нуля лучше повторить непосредственно перед калибровкой пределов 1 мВ и 3 мВ;

- б) ввести шаг калибровки, на котором устанавливается калибруемый уровень с частотой 100 кГц (см. таблицу 11.1);

- в) зафиксировать показания милливольтметра URV 5;

- г) ввести следующий шаг калибровки, на котором устанавливается калибруемый уровень с частотой 30 МГц (см. таблицу 11.1);

- д) отредактировать выходной уровень калибратора до получения тех же показаний милливольтметра URV 5 с учетом частотной поправки (таким образом исключается систематическая составляющая поправки);

- е) подтвердить ввод калибровочного значения и вычисление калибровочной константы;

- ж) провести повторное измерение и анализ результатов калибровки. При необходимости, повторить операции б) – е);

- и) если разность показаний вольтметра на частоте калибровки (30 МГц) относительно опорного уровня на частоте 100 кГц не превышает значений, указанных в таблице 11.1, то перейти к другому шагу калибровки. Если вводилась упреждающая поправки, то разность должна быть равна значению введенной поправки.

11.4 Аналоговая калибровка прибора (регулировка)

11.4.1 Калибровку (регулировку) прибора выполняют в режимах и точках, приведенных в таблице 4.1 раздела 4 КМСИ.411115.001 РЭ1 (часть 2 настоящего руководства). Там же (в подразделе 4.4) 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.

11.5 Требования к аппаратуре, используемой при калибровке и регулировке прибора

11.5.1 Аппаратура, необходимая для калибровки прибора, и основные требования к ней в используемых точках представлены в таблице 11.2.

Таблица 11.2

Режим	Калибровочная точка	Допускаемая погрешность, ±	Рекомендуемое средство измерения	
			основное	заменяющее
DCV	000.00 мкВ	3 мкВ	Мультиметр В7-64 (В7-64/1)	Вольтметр-калибратор постоянного напряжения В2-41/1
	3.0000 В	0.015 %		
	1.0000 В	0.015 %		
	300.00 мВ	0.015 %		
	100.00 мВ	0.02 %		
	30.000 мВ	0.02 %		
	10.000 мВ	0.03 %		
	3.0000 мВ	0.05 %		
	1.0000 мВ	0.15 %		
ACV свыше 1 МГц	3.0000 В, 20 Гц	0.1 %	Вольтметр В3-49 (В3-63)	Милливольтметр URV 5, поверенный до 50 МГц с соответствующей точностью
	3.0000 В, 100 Гц	0.07 %		
	3.0000 В, 1 кГц	0.07 %		
	3.0000 В, 100 кГц	0.07 %		
	3.0000 В, 1 МГц	0.1 %		
	3.0000 В, 3 МГц	0.1 %		
	3.0000 В, 5 МГц	0.15 %		
	3.0000 В, 10 МГц	0.15 %		
	3.0000 В, 15 МГц	0.25 %		
	3.0000 В, 20 МГц	0.25 %		
	3.0000 В, 30 МГц	0.25 %		
	3.0000 В, 50 МГц	0.45 %		
	1.0000 В, 3 МГц	0.1 %		
	1.0000 В, 5 МГц	0.15 %		
	1.0000 В, 10 МГц	0.15 %		
	1.0000 В, 15 МГц	0.25 %		
	1.0000 В, 20 МГц	0.25 %		
	1.0000 В, 30 МГц	0.25 %		
	1.0000 В, 50 МГц	0.45 %		
ACV свыше 100кГц	300.00 мВ, 30 МГц	0.4 %*	Милливольтметр URV 5, поверенный до 50 МГц с соответствующей точностью	Милливольтметр URV 3, URV 35 или URV 55, поверенные до 50 МГц с соответствующей точностью
	100.00 мВ, 30 МГц	0.4 %*		
	30.000 мВ, 30 МГц	0.4 %*		
	10.000 мВ, 30 МГц	0.6 %*		
	3.0000 мВ, 30 МГц	0.6 %*		
	1.0000 мВ, 30 МГц	1 %*		
Любой	Настройка генератора	-	Осциллограф С1-108	Любой осциллограф с полосой не менее 100 МГц
Любой	Настройка фильтров	-	Прибор для исследования АЧХ Х1-54	Любой прибор для исследования АЧХ с полосой 0.1 – 100 МГц
* Указана погрешность относительно уровня на частоте 100 кГц (частотная погрешность относительно 100 кГц)				

12 ПОВЕРКА ПРИБОРА

12.1 Общие указания

12.1.1 Настоящий раздел устанавливает методы и средства поверки калибраторов переменного напряжения широкополосных Н5-3, находящихся в эксплуатации или выпускаемых в обращение после продолжительного хранения и ремонта.

12.1.2 Поверка прибора осуществляется не реже одного раза в год.

12.2 Операции и средства поверки

12.2.1 При проведении поверки должны быть выполнены следующие операции и применены средства поверки с характеристиками, указанными в таблице 12.1.

Таблица 12.1

Наименование операции	Номер пункта	Рекомендуемое средство поверки (наименование, тип)	Основные метрологические характеристики средства поверки	Обязательность проведения операции при	
				первичной поверке	эксплуатации и хранении
Внешний осмотр	12.4.1	-	-	Да	Да
Опробование:	12.4.2	-	-	Да	Да
а) проверка функционирования	12.4.2, 12.4.7	Мультиметр В7-64 (В7-64/1)	-	Да	Да
б) проверка диапазона воспроизведения					
в) проверка интерфейса	12.4.2, 12.4.14	Компьютер IBM совместимый, осциллограф С1-117	-	При необходимости	При необходимости
Определение основных метрологических характеристик					
Определение погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока	12.4.5	Мультиметр В7-64 (В7-64/1)	См. таблицу 12.2	Да	Да
Определение погрешности воспроизведения напряжения переменного тока	12.4.6	Вольтметр переменного тока диодный компенсационный ВЗ-49 (ВЗ-63)	См. таблицу 12.2	Да	Да
Проверка коэффициента нелинейных искажений и шумов	12.4.7	Измеритель коэффициента нелинейных искажений СК6-13, осциллограф С1-108, фильтр гармоник*, усилитель *	См. таблицу 12.2	Да	Да
Определение погрешности установки частоты	12.4.8	Мультиметр В7-64 (В7-64/1)	См. таблицу 12.2	Да	Да

Продолжение таблицы 12.1

Наименование операции	Номер пункта	Рекомендуемое средство поверки (наименование, тип)	Основные метрологические характеристики средства поверки	Обязательность проведения операции при	
				первичной поверке	эксплуатации и хранении
Определение погрешности воспроизведения напряжения переменного тока ниже 0.33 В на низкой частоте	12.4.9	Вольтметр переменного тока диодный компенсационный ВЗ-49 (ВЗ-63), мультиметр В7-64 (В7-64/1)	См. таблицу 12.3	Да	Нет
Определение погрешности воспроизведения напряжения переменного тока ниже 0.33 В на высокой частоте	12.4.10	Милливольтметр URV 5	См. таблицу 12.3	Да	Нет
Проверка постоянной составляющей	12.4.11	Мультиметр В7-64 (В7-64/1)	См. таблицу 12.3	Да	Нет
Проверка выходного сопротивления калибратора, нагрузки и аттенюатора	12.4.12	Мультиметр В7-64 (В7-64/1)	См. таблицу 12.3	Да	Нет
Проверка пульсаций и шумов	12.4.13	Мультиметр В7-64 (В7-64/1), осциллограф С1-108	См. таблицу 12.3	Да	Нет

* Из комплекта поставки прибора Н5-3

Примечания

1 При проведении поверки разрешается применять другие меры и измерительные приборы, обеспечивающие измерение соответствующих параметров с требуемой точностью. Для замены следует также пользоваться рекомендациями раздела калибровки (см. п. 11.3), как в части выбора средств измерения, так и используемой схемы поверки.

2 Средства измерения, используемые для поверки, должны быть поверены в органах государственной или ведомственной метрологической службы в соответствии с ПР 50.2.006-94.

12.3 Условия поверки и подготовка к ней

12.3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- а) напряжение питания (220 ± 22) В частотой (50 ± 2) Гц и содержанием гармоник до $\pm 5\%$;
 - б) относительная влажность воздуха до 80% ;
 - в) температура окружающего воздуха (20 ± 5) °С;
 - г) атмосферное давление не менее 80 кПа (600 мм рт.ст.).
- 12.3.2 Перед проведением операций поверки необходимо:
- а) ознакомиться с разделами 9 и 10 настоящего описания;
 - б) удобно разместить прибор на рабочем месте;
 - в) собрать поверочную схему.

12.4 Проведение поверки

12.4.1 Внешний осмотр прибора (отключенного от сети) включает проверку:

- а) комплектности прибора согласно таблице 3.1;
- б) отсутствия механических повреждений;
- в) прочности крепления элементов корпуса, выходных разъемов, клавиатуры;
- г) целостности и состояния изоляции сетевого провода, выходных кабелей и других принадлежностей;
- д) отсутствие слабо закрепленных внутренних узлов (определяется на слух при наклонах и встряхивании прибора);
- е) отсутствия нарушения покрытий, особенно поверхностей электрических контактов и кабелей;
- ж) четкости маркировки.

Приборы, имеющие дефекты, бракуются и направляются в ремонт.

12.4.2 Опробование включает:

- а) проверку индикатора, функционирования клавиатуры и кодового переключателя, для чего вызывается программа тестирования (см. подраздел 10.10);
- б) проверка диапазона воспроизведения (см. таблицу 12.1);
- в) проверка интерфейса (см. таблицу 12.1).

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если происходит включение всех сегментов индикатора, срабатывание всех кнопок и фиксация направления вращения и количества щелчков переключателя.

12.4.3 Определение основных метрологических характеристик осуществляется в соответствии с пп.12.4.5 – 12.4.13.

Точки проверки и допустимые значения основной погрешности приведены в таблице 12.2.

Точки проверки и допустимые значения основной погрешности, определяемые дополнительно при первичной поверке и после ремонта, приведены в таблице 12.3.

Если при проведении поверки обнаруживается незначительный выход погрешности воспроизведения за пределы допускаемых значений или значение погрешности находится вблизи границы допуска, то необходимо провести калибровку данного предела (диапазона) в соответствии с указаниями раздела 11. Такая выборочная калибровка в отдельных точках может производиться в ходе поверки с использованием метрологического оборудования, применяемого для поверки. После проведения калибровки необходимо повторить поверку в откалиброванных точках и убедиться в успешности калибровки. В случаях, когда обнаруживается значительное и массовое превышение допускаемой погрешности или выборочная калибровка не дает желаемого результата, прибор бракуется и направляется в ремонт.

Таблица 12.2 – Значения параметров при периодической поверке

Режим работы	Проверяемая отметка	Допускаемая погрешность измерения определяемого метрологического параметра, ±	Допускаемое предельное значение определяемого параметра		Основные метрологические характеристики рекомендуемого средства поверки, ±
			нижнее	верхнее	
DCV	Определение погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока (методика п.12.4.5)				
	+0.1 мВ	3 мкВ	+0.97 мВ	+0.103 мВ	1 мкВ
	-0.1 мВ	3 мкВ	-0.97 мВ	-0.103 мВ	1 мкВ
	+0.5 мВ	4 мкВ	+0.496 мВ	+0.504 мВ	0.2 %
	-0.5 мВ	4 мкВ	-0.496 мВ	-0.504 мВ	0.2 %
	+1 мВ	5 мкВ	+0.995 мВ	+1.005 мВ	0.15 %
	+3 мВ	8 мкВ	+2.992 мВ	+3.008 мВ	0.05 %
	+10 мВ	18 мкВ	+9.982 мВ	+10.018 мВ	0.05 %
	+30 мВ	35 мкВ	+29.965 мВ	+30.035 мВ	0.03 %
	+100 мВ	105 мкВ	+99.895 мВ	+100.105 мВ	0.025 %
	+0.3 В	350 мкВ	+299.65 мВ	+300.35 мВ	0.025 %
	+0.5 В	400 мкВ	+499.6 мВ	+500.4 мВ	0.025 %
	-0.5 В	400 мкВ	-499.6 мВ	-500.4 мВ	0.025 %
	+0.7 В	540 мкВ	+699.46 мВ	+700.54 мВ	0.025 %
	-0.7 В	540 мкВ	-699.46 мВ	-700.54 мВ	0.025 %
	+1 В	750 мкВ	+0.99925 В	+1.00075 В	0.025 %
	-1 В	750 мкВ	-0.99925 В	-1.00075 В	0.025 %
	+1.5 В	1.1 мВ	+1.4989 В	+1.5011 В	0.025 %
	-1.5 В	1.1 мВ	-1.4989 В	-1.5011 В	0.025 %
	+1.9 В	1.4 мВ	+1.8986 В	+1.9014 В	0.025 %
-1.9 В	1.4 мВ	-1.8986 В	-1.9014 В	0.025 %	
+3.5 В	2.5 мВ	+3.4975 В	+3.5025 В	0.025 %	
-3.5 В	2.5 мВ	-3.4975 В	-3.5025 В	0.025 %	
DCV	Определение погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока с внешним аттенюатором «40 дБ» (методика п.12.4.5)				
	+35 мВ	60 мкВ	+34.940 мВ	+35.060 мВ	0.06 %
	-35 мВ	60 мкВ	-34.940 мВ	-35.060 мВ	0.06 %

Продолжение таблицы 12.2

Режим работы	Проверяемая отметка	Допускаемая погрешность измерения определяемого метрологического параметра, ±	Допускаемое предельное значение определяемого параметра		Основные метрологические характеристики рекомендуемого средства поверки, ±
			нижнее	верхнее	
ACV	Определение погрешности воспроизведения напряжения переменного тока (методика п. 12.4.6)				
	~3 В, 10 Гц	15 мВ	~2.985 В	~3.015 В	0.1 %
	~3 В, 20 Гц	9 мВ	~2.991 В	~3.009 В	0.05 %
	~3 В, 40 Гц	6 мВ	~2.994 В	~3.006 В	0.05 %
	~3 В, 100 Гц	6 мВ	~2.994 В	~3.006 В	0.05 %
	~3 В, 1 кГц	6 мВ	~2.994 В	~3.006 В	0.05 %
	~3 В, 100 кГц	6 мВ	~2.994 В	~3.006 В	0.05 %
	~3 В, 1 МГц	9 мВ	~2.991 В	~3.009 В	0.1 %
	~3 В, 3 МГц	9 мВ	~2.991 В	~3.009 В	0.1 %
	~3 В, 5 МГц	9 мВ	~2.991 В	~3.009 В	0.1 %
	~3 В, 10 МГц	15 мВ	~2.985 В	~3.015 В	0.15 %
	~3 В, 15 МГц	24 мВ	~2.976 В	~3.024 В	0.25 %
	~3 В, 20 МГц	24 мВ	~2.976 В	~3.024 В	0.25 %
	~3 В, 30 МГц	24 мВ	~2.976 В	~3.024 В	0.25 %
	~3 В, 50 МГц	39 мВ	~2.961 В	~3.039 В	0.4 %
	~3.5 В, 1 кГц	7 мВ	~3.493 В	~3.507 В	0.05 %
	~3.5 В, 10 МГц	17.5 мВ	~3.482 В	~3.517 В	0.15 %
	~3.5 В, 15 МГц	28 мВ	~3.472 В	~3.528 В	0.25 %
	~3.5 В, 50 МГц	45.5 мВ	~3.454 В	~3.545 В	0.4 %
	~2.5 В, 100 кГц	5 мВ	~2.495 В	~2.505 В	0.05 %
	~2 В, 100 кГц	4 мВ	~1.996 В	~2.004 В	0.05 %
	~1.5 В, 100 кГц	3 мВ	~1.497 В	~1.5003 В	0.05 %
	~2.5 В, 20 МГц	20 мВ	~2.48 В	~2.520 В	0.25 %
	~2 В, 20 МГц	16 мВ	~1.984 В	~2.016 В	0.25 %
	~1.5 В, 20 МГц	12 мВ	~1.488 В	~1.512 В	0.25 %
	~1 В, 10 Гц	5 мВ	~995 мВ	~1005 мВ	0.05 %
	~1 В, 40 Гц	2 мВ	~998 мВ	~1002 мВ	0.05 %
	~1 В, 1 кГц	2 мВ	~998 мВ	~1002 мВ	0.05 %
	~1 В, 100 кГц	2 мВ	~998 мВ	~1002 мВ	0.05 %
	~1 В, 10 МГц	5 мВ	~995 мВ	~1005 мВ	0.15 %
	~1 В, 15 МГц	8 мВ	~992 мВ	~1008 мВ	0.25 %
	~1 В, 20 МГц	8 мВ	~992 мВ	~1008 мВ	0.25 %
	~1 В, 30 МГц	8 мВ	~992 мВ	~1008 мВ	0.25 %
~1 В, 50 МГц	13 мВ	~987 мВ	~1013 мВ	0.4 %	

Продолжение таблицы 12.2

Режим работы	Проверяемая отметка	Допускаемая погрешность измерения определяемого метрологического параметра, ±	Допускаемое предельное значение определяемого параметра		Основные метрологические характеристики рекомендуемого средства поверки, ±
			нижнее	верхнее	
	Проверка нелинейных искажений и шумов (методика п.12.4.7)				
ACV	~3 В, 10 Гц	-	-	0.5 %	30 %
	~3 В, 20 Гц	-	-	0.2 %	30 %
	~3 В, 40 Гц	-	-	0.1 %	30 %
	~3 В, 1 кГц	-	-	0.1 %	30 %
	~3 В, 100 кГц	-	-	0.1 %	30 %
	~3 В, 120 кГц	-	-	0.15 %	30 %
	~3 В, 1 МГц	-	-	0.15 %	30 %
	~3 В, 5 МГц	-	-	0.2 %	30 %
	~3 В, 10 МГц	-	-	0.2 %	30 %
	~1 В, 15 МГц	-	-	0.3 %	30 %
	~1 В, 30 МГц	-	-	0.3 %	30 %
	~1 В, 50 МГц	-	-	0.5 %	30 %
	Определение погрешности установки частоты (методика п.12.4.8)				
ACV	~1 В, 10 Гц	0.1 Гц	9.9 Гц	10.1 Гц	0.3 %
	~1 В, 1 кГц	0.3 Гц	999.7 Гц	1000.3 Гц	0.1 %
	~1 В, 1 МГц	200 Гц	998 кГц	1002 кГц	0.07 %
	~1 В, 10 МГц	2 кГц	9998 кГц	10002 кГц	0.007 %
	~1 В, 15 МГц	450 кГц	14.55 МГц	15.45 МГц	1 %
	~1 В, 20 МГц	0.6 МГц	19.4 МГц	20.6 МГц	1 %
	~1 В, 30 МГц	0.9 МГц	29.1 МГц	30.9 МГц	1 %
	~1 В, 50 МГц	1.5 МГц	48.5 МГц	51.5 МГц	1 %

Таблица 12.3 – Значения параметров при первичной поверке и поверке после ремонта

Режим работы	Проверяемая отметка	Допускаемая погрешность измерения определяемого метрологического параметра, ±	Допускаемое предельное значение определяемого параметра		Основные метрологические характеристики рекомендуемого средства поверки, ±
			нижнее	верхнее	
Определение низкочастотной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока при уровнях ниже 0.33 В (методика п.12.4.9)					
ACV	0,04-100 кГц				
	~ 0,3 В	0.3% (900 мкВ)	~0.2991 В	~0.3009 В	0.07 %
	~ 0,1 В	0.3% (300 мкВ)	~0.0997 В	~0.1003 В	0.1%
	~ 30 мВ	0.5% (150 мкВ)	~29.85 мВ	~30.15 мВ	0.17%
	~ 10 мВ	0.5% (50 мкВ)	~9.95 мВ	~10.05 мВ	0.17%
	~ 3 мВ	0.5% (15 мкВ)	~2.985 мВ	~3.015 мВ	0.17%
	~ 1 мВ	0.5% (5 мкВ)	~0.995 мВ	~1.005 мВ	0.17%
Определение высокочастотной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока при уровнях ниже 0.33 В (методика п.12.4.10)					
ACV	~0.3 В, 10 МГц	2.4 мВ (0.8 %)	~0.2976 В	~0.3024 В	0.25 %
	~0.3 В, 15 МГц	3 мВ (1.0 %)	~0.297 В	~0.303 В	0.4 %
	~0.3 В, 20 МГц	3 мВ (1.0 %)	~0.297 В	~0.303 В	0.4 %
	~0.3 В, 30 МГц	3 мВ (1.0 %)	~0.297 В	~0.303 В	0.4 %
	~0.3 В, 50 МГц	3.9 мВ (1.3 %)	~0.2961 В	~0.3039 В	0.4 %
	~0.1 В, 10 МГц	0.8 мВ (0.8 %)	~0.0992 В	~0.1008 В	0.3 %
	~0.1 В, 15МГц	1 мВ (1.0 %)	~0.099 В	~0.101 В	0.4 %
	~0.1 В, 20 МГц	1 мВ (1.0 %)	~0.099 В	~0.101 В	0.4 %
	~0.1 В, 30 МГц	1 мВ (1.0 %)	~0.099 В	~0.101 В	0.4 %
	~0.1 В, 50 МГц	2 мВ (2 %)	~0.098 В	~0.102 В	0.4 %
	~30мВ, 10 МГц	0.24 мВ (0.8 %)	~29.76 мВ	~30.24 мВ	0.3 %
	~30мВ, 15 МГц	0.3 мВ (1.0 %)	~29.7 мВ	~30.3 мВ	0.4 %
	~30мВ, 20 МГц	0.3 мВ (1.0 %)	~29.7 мВ	~30.3 мВ	0.4 %
	~30мВ, 30 МГц	0.3 мВ (1.0 %)	~29.7 мВ	~30.3 мВ	0.4 %
	~30мВ, 50 МГц	0.6 мВ (2 %)	~29.4 мВ	~30.6 мВ	0.7 %
	~10 мВ, 10 МГц	0.1 мВ (1 %)	~9.9 мВ	~10.1 мВ	0.4 %
	~10 мВ, 15 МГц	0.13 мВ (1.3 %)	~9.87 мВ	~10.13 мВ	0.4 %
	~10 мВ, 20 МГц	0.13 мВ (1.3 %)	~9.87 мВ	~10.13 мВ	0.4 %
	~10 мВ, 30 МГц	0.13 мВ (1.3 %)	~9.87 мВ	~10.13 мВ	0.4 %
	~10 мВ, 50 МГц	0.2 мВ (2 %)	~9.8 мВ	~10.2 мВ	0.7 %
	~3 мВ, 10 МГц	30 мкВ (1 %)	~2.97 мВ	~3.03 мВ	0.4 %
	~3 мВ, 15 МГц	39 мкВ (1.3 %)	~2.961 мВ	~3.039 мВ	0.7 %
	~3 мВ, 20 МГц	39 мкВ (1.3 %)	~2.961 мВ	~3.039 мВ	0.7 %
	~3 мВ, 30 МГц	39 мкВ (1.3 %)	~2.961 мВ	~3.039 мВ	0.7 %
	~3 мВ, 50 МГц	60 мкВ (2 %)	~2.94 мВ	~3.06 мВ	1 %

Продолжение таблицы 12.3

Режим работы	Проверяемая отметка	Допускаемая погрешность измерения определяемого метрологического параметра, ±	Допускаемое предельное значение определяемого параметра		Основные метрологические характеристики рекомендуемого средства поверки, ±
			нижнее	верхнее	
	~1 мВ, 10 МГц	10 мкВ (1 %)	~0.99 мВ	~1.01 мВ	0.4 %
	~1 мВ, 15 МГц	20 мкВ (2 %)	~0.98 мВ	~1.02 мВ	0.7 %
	~1 мВ, 20 МГц	20 мкВ (2 %)	~0.98 мВ	~1.02 мВ	0.7 %
	~1 мВ, 30 МГц	20 мкВ (2 %)	~0.98 мВ	~1.02 мВ	0.7 %
	~1 мВ, 50 МГц	40 мкВ (4 %)	~0.96 мВ	~1.04 мВ	1.3 %
Проверка постоянного смещения (методика п.12.4.11)					
ACV	~3 В, 1 кГц	1 мВ	-1.000 мВ	+1.000 мВ	10 %
Проверка выходного сопротивления прибора (методика п.12.4.12)					
ACV	~0.5 мВ, 1 кГц	0.12 Ом	49.88 Ом	50.12 Ом	0.03 %
Проверка сопротивления нагрузки (методика п.12.4.12)					
-	50 Ом	0.12 Ом	49.88 Ом	50.12 Ом	0.03 %
Проверка входного и выходного сопротивления аттенюатора «40 дБ» (методика п.12.4.12)					
-	50 Ом	0.12 Ом	49.88 Ом	50.12 Ом	0.03 %
Проверка пульсаций и шумов (методика п.12.4.13)					
DCV	+3 В	-	-	10 мВ	
	-3 В	-	-	10 мВ	-

12.4.4 Определение возможности воспроизведения переменного напряжения для всех ступеней ослабления аттенюатора калибратора от 0 до минус 70 дБ производится по измерительной схеме в соответствии с рисунком 11.1 прибором В7-64, включенным в режиме измерения переменного напряжения. Для указанной проверки на выходе калибратора Н5-3 последовательно устанавливаются уровни: ~3 В, 1 кГц; ~1 В, 1 кГц; ~0.3 В, 1 кГц; ~0.1 В, 1 кГц; ~30 мВ, 1 кГц; ~10 мВ, 1 кГц; ~3 мВ, 1 кГц и ~1 мВ, 1 кГц. Их появление контролируется по прибору В7-64 без определения погрешности (с погрешностью вольтметра В7-64).

Результаты поверки считают удовлетворительными, если прибор обеспечивает воспроизведение переменного напряжения (с погрешностью вольтметра В7-64) при всех состояниях выходного аттенюатора.

12.4.5 Определение погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока проводят следующим образом:

а) собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 11.1 и выждать не менее 1 мин для выравнивания температуры кабеля и гнезд (чтобы установилась «паразитная» термо-ЭДС.);

б) установить на выходе калибратора напряжение 0 В в режиме DCV нажатием кнопки Zero ;

в) нажать кнопки $=V$ и Avg прибора В7-64 (измерение постоянного напряжения с усреднением). После установления стабильных показаний нажать кнопку Δ (включить режим относительных измерений прибора В7-64). Этой операцией исключается собственный сдвиг нуля вольтметра и остаточная термо-э.д.с. в тракте;

г) убедившись в стабильности показаний вольтметра (не превышают ± 1 мкВ), последовательно (начиная с самых низких уровней) устанавливать на выходе калибратора значения напряжения постоянного тока, указанные в таблице 12.2, фиксировать показания контролирующего вольтметра;

д) переключить калибратор в режим с внешним аттенуатором (кнопками Shift и Att), собрать схему в соответствии с рисунком 11.2 и повторить операции б) и в) настоящего пункта;

е) устанавливая на выходе калибратора значения напряжения постоянного тока для режима с внешним аттенуатором из таблицы 12.2, зафиксировать показания вольтметра. Результаты поверки считают удовлетворительными, если погрешность (минимальные и максимальные показания) не превышает значений, приведенных в таблице 12.2.

12.4.6 Определение основной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока на пределах 1 В и 3 В производится с помощью диодного вольтметра ВЗ-49, поверенного как средство измерения первого разряда. Измерительная схема с вольтметром ВЗ-49 представлена на рисунке 11.3.

При поверке в указанных случаях необходимо применять следующую последовательность операций поверки:

а) подготовить аппаратуру, применяемую для поверки;

б) собрать измерительную схему, обеспечивая надежное соединение коаксиальных разъемов.

ВНИМАНИЕ! При сборке измерительной схемы на выходе калибратора должно быть установлено напряжение 0 В;

в) установить необходимый предел измерения вольтметра ВЗ-49 и компенсирующее напряжение несколько выше измеряемого;

г) установить на выходе калибратора необходимый уровень напряжения и частоты;

д) установить компенсирующее напряжение вольтметра ВЗ-49, равное измеряемому, но с учетом систематической и частотной поправок, вычисленных заранее;

е) отредактировать выходной уровень калибратора до получения нулевых показаний индикатора прибора ВЗ-49;

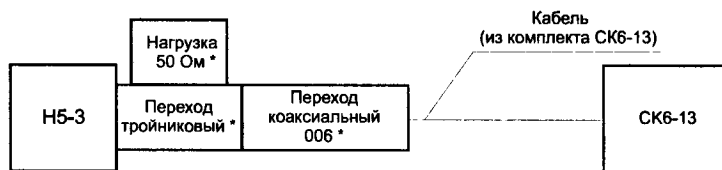
ж) считать с индикатора калибратора и зафиксировать значение выходного напряжения в проверяемой точке (или из второй строки индикатора считать значение погрешности установки выходного напряжения);

Точки проверки и допустимые значения погрешности приведены в таблице 12.2. Необходимо поверить калибратор в каждой из указанных точек, используя описанную выше последовательность операций.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если погрешность (вычисленные минимальные и максимальные значения) не превышает значений, приведенных в таблице 12.2.

12.4.7 Проверка коэффициента нелинейных искажений и шумов проводится в режиме воспроизведения напряжения переменного тока. В частотном диапазоне до 200 кГц проверка выполняется с помощью измерителя нелинейных искажений СК6-13 в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 12.1. В частотном диапазоне свыше 200 кГц для проверки используются осциллограф С1-108 и фильтр из комплекта поставки прибора, включенные в соответствии с рисунком 12.2.

Значения напряжения и частоты, при которых производится проверка, приведены в таблице 12.2.



* Из комплекта поставки прибора Н5-3

Рисунок 12.1 - Схема для проверки коэффициента гармоник на частотах до 200 кГц

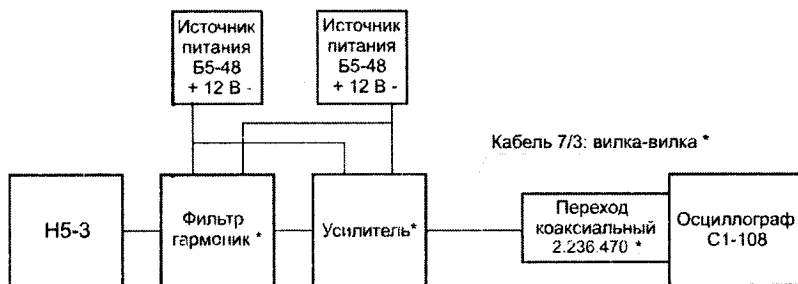
Рекомендуется при измерении гармоник контролировать форму сигнала осциллографом на выходе измерителя коэффициента гармоник, чтобы убедиться в полном подавлении первой гармоники. На низких частотах (10 - 40 Гц) случается, что прибор СК6-13 не может точно настроить свой фильтр и дает неверные показания. Исправить положение можно изменением на несколько процентов выходной частоты проверяемого калибратора.

На высоких частотах для проверки коэффициента гармоник применяется схема с фильтром, подавляющим первую гармонику выходного сигнала калибратора. Амплитуда оставшихся компонентов спектра оценивается с помощью широкополосного осциллографа.

Значения напряжения и частоты, при которых производится проверка, приведены в таблице 12.2. При проверке калибратор включается без внешней нагрузки (резистор 50 Ом входит в схему фильтра).

Для проверки коэффициента гармоник необходимо:

- собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 12.2;
- предварительно настроить фильтр на частоту напряжения, которое будет устанавливаться на выходе калибратора. Для настройки фильтра необходимо пользоваться указаниями, приведенными в подразделе 3.3 КМСИ.411115.001 РЭ1 (часть 2 настоящего руководства);



* Из комплекта поставки прибора Н5-3

Рисунок 12.2 - Схема с осциллографом для определения коэффициента гармоник и настройки фильтра на частотах свыше 200 кГц

в) установить на выходе калибратора одну десятую значения напряжения (чтобы не перегружать вход усилителя в схеме фильтра) и частоту из таблицы 12.2;

г) включить питание фильтра и по осциллографу точно настроить фильтр на частоту выходного сигнала калибратора. Точной настройкой является состояние, при котором на выходе фильтра отсутствует первая гармоника или ее уровень ниже остальных составляющих (достаточно, чтобы амплитуда первой гармоники не превышала половины амплитуды остальных компонентов спектра). В процессе настройки фильтра увеличить амплитуду выходного сигнала до значения, указанного в таблице 12.2. Настройку фильтра следует выполнять элементами точной регулировки, добиваясь минимального выходного уровня на выходе фильтра;

д) определить уровень напряжения высших гармоник и шумов (СКЗ) как одну треть двойной амплитуды осциллограммы. При этом амплитуду острых и коротких "пичков" напряжения с суммарной длительностью менее 3-5 % от общего времени развертки осциллографа можно не учитывать;

е) вычислить коэффициент гармоник и шумов как отношение напряжения гармоник и шумов, приведенного к выходу прибора Н5-3 (U_g), к установленному выходному уровню $U_{вых} = 3$ В или 1 В по выражению (12.1):

$$K_g [\%] = \{0.5\} \cdot 10 \cdot U_g / U_{вых} \quad (12.1)$$

Примечание. Усилитель рассчитан на подключение нагрузки с входным сопротивлением 50 Ом (пятидесятиомный вход осциллографа С1-108). Если он нагружен на устройство с входным сопротивлением, значительно превышающим 50 Ом, например, стандартный осциллограф (входное сопротивление $R_{вх} = 1 \text{ МОм}$), то необходимо применять коэффициент {0.5} (в фигурных скобках).

Если коэффициент гармоник, определенный с помощью осциллографа, удовлетворяет требованиям таблицы 12.2, результаты проверки можно считать удовлетворительными.

Коэффициент гармоник на частотах выше 1 МГц может быть проверен с помощью любого анализатора спектра с полосой просмотра от 1 до 250 МГц, например, СК4-84. Для этого необходимо:

а) собрать измерительную схему рисунка 12.2. Только вместо осциллографа включается анализатор спектра;

б) установить на выходе калибратора уровень 0.3 В со значением частоты, указанным в таблице 12.2;

в) установить полосу обзора анализатора спектра таким образом, чтобы в нее попадали по крайней мере первая, вторая и третья гармоники установленной частоты выходного напряжения поверяемого калибратора;

г) определить уровень второй и третьей гармоник относительно первой или двух других максимальных. Гармоники, уровень которых более чем на 6 дБ меньше максимальных, можно не учитывать;

д) вычислить коэффициент гармоник согласно выражению (12.2). Эта формула учитывает уровень только второй и третьей гармоник. Если амплитуда других высших гармоник значительна, то при расчете нужно взять уровни двух максимальных.

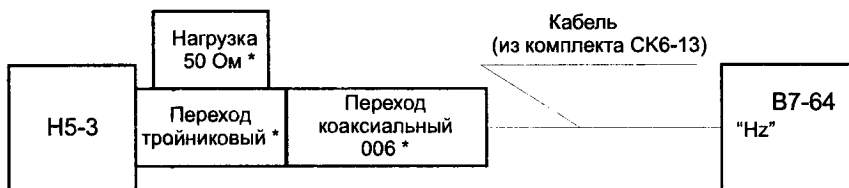
$$K_g [\%] = 100 \cdot \sqrt{10^{-0.1A_2} + 10^{-0.1A_3}}, \quad (12.2)$$

где A_2 и A_3 – значение ослабления второй и третьей гармоник выходного напряжения относительно первой в децибелах или двух любых других, имеющих наибольший уровень, например, третьей и пятой гармоник.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если коэффициент гармоник не превышает значений, приведенных в таблице 12.2.

12.4.8 Определение погрешности установки частоты производится непосредственно измерением частоты выходного сигнала мультиметром В7-64, включенным в режим измерения частоты по схеме рисунка 12.3. Устанавливая на выходе калибратора напряжение 1 В со значением частоты, указанным в таблице 12.2, фиксировать показания частотомера (В7-64).

Результаты поверки считают удовлетворительными, если погрешность воспроизведения частоты не превышает значений, приведенных в таблице 12.2.



* Из комплекта поставки прибора H5-3

Рисунок 12.3 - Схема для определения погрешности воспроизведения частоты

12.4.9 Определение погрешности воспроизведения напряжения низких частот при уровнях ниже 0.33 В выполняется следующим образом:

а) собрать схему проверки напряжения переменного тока в соответствии с рисунком 11.3;

б) установить на выходе поверяемого прибора первое значение напряжения, указанное в таблице 12.4 (исходный уровень переменного напряжения низких частот на входе аттенюатора ~ 3 В, 100 кГц), и, пользуясь указаниями п.12.4.6, определить его величину. Это значение и есть первый параметр U_{a3} . Зафиксировать его;

в) собрать основную схему проверки напряжения постоянного тока (см. рисунок 11.1) и, пользуясь указаниями п.12.4.5, подготовить ее к работе (дождаться выравнивания температуры в соединениях и при нулевом выходном напряжении, установленном кнопкой Zero, сбалансировать начальное смещение измерительного тракта кнопкой Δ прибора B7-64);

г) устанавливая на выходе калибратора последующие значения напряжения постоянного тока, указанные в таблице 12.4, фиксировать показания прибора B7-64. Измеренные значения являются соответствующими параметрами ($U_{dp3} \dots U_{dn1m}$), необходимыми для дальнейших вычислений;

д) вычислить средние значения напряжений постоянного тока положительной и отрицательной полярности ($U_{d3} \dots U_{d1m}$), используя формулы, приведенные в третьей графе таблицы 12.4;

е) вычислить измеренные значения коэффициента ослабления аттенюатора ($K_{20} \dots K_{70}$), используя формулы, приведенные в четвертой графе таблицы 12.4;

ж) вычислить значения выходного напряжения низкой частоты ($U_{a3} \dots U_{a1m}$) с учетом реального коэффициента ослабления, используя формулы, приведенные в пятой графе таблицы 12.4. Полученные значения необходимо зафиксировать, т.к. они еще будут нужны для вычисления погрешности воспроизведения напряжения на высоких частотах по п.12.4.10.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если погрешность (вычисленные минимальные и максимальные значения) не превышает значений, приведенных в таблице 12.3.

Таблица 12.4

Измерение	Обозначение параметра	Вычисление		
		Среднее значение при положительной и отрицательной полярности	Коэффициент ослабления аттенуатора	Значение выходного напряжения
1	2	3	4	5
~3 В, 100 кГц	Ua3	-	-	-
+3 В	Udp3	$Ud3 = Udp3 /2 + Udn3 /2$	-	-
-3 В	Udn3			
+0.3 В	Udp_3	$Ud_3 = Udp_3 /2 + Udn_3 /2$	$K20 = Ud_3 / Ud3$	$Ua_3 = Ua3 \cdot K20$ (при установке ~0.3 В)
-0.3 В	Udn_3			
+0.1 В	Udp_1	$Ud_1 = Udp_1 /2 + Udn_1 /2$	$K30 = Ud_1 / Ud3$	$Ua_1 = Ua3 \cdot K30$ (при установке ~0.1 В)
-0.1 В	Udn_1			
+30 мВ	Udp_03	$Ud_03 = Udp_03 /2 + Udn_03 /2$	$K40 = Ud_03 / Ud3$	$Ua_03 = Ua3 \cdot K40$ (при установке ~0.03В)
-30 мВ	Udn_03			
+10 мВ	Udp_01	$Ud_01 = Udp_01 /2 + Udn_01 /2$	$K50 = Ud_01 / Ud3$	$Ua_01 = Ua3 \cdot K50$ (при установке ~0.01 В)
-10 мВ	Udn_01			
+3 мВ	Udp3m	$Ud3m = Udp3m /2 + Udn3m /2$	$K60 = Ud3m / Ud3$	$Ua3m = Ua3 \cdot K60$ (при установке ~3 мВ)
-3 мВ	Udn3m			
+1 мВ	Udp1m	$Ud1m = Udp1m /2 + Udn1m /2$	$K70 = Ud1m / Ud3$	$Ua1m = Ua3 \cdot K70$ (при установке ~1 мВ)
-1 мВ	Udn1m			

12.4.10 Определение основной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока на частотах свыше 100 кГц при уровнях ниже 0.33 В производится с помощью милливольтметра URV 5. Измерительная схема с милливольтметром URV 5 представлена на рисунке 11.4. При измерении используется проходной датчик URV Z2 из комплекта прибора URV 5, содержащий тройник и диодный детектор.

Для проведения поверки необходимо:

а) подготовить схему проверки и используемую аппаратуру. Милливольтметр URV 5 должен быть прогрет в течение 5 мин. Далее он не требует никакого управления, т.к. после включения самостоятельно переходит в режим автоматического выбора пределов измерения;

б) установить напряжение и частоту выходного напряжения, соответствующие проверяемой точке (см. таблицу 12.3);

в) отредактировать выходной уровень калибратора до получения показаний милливольтметра URV 5 с учетом поправок;

г) считать с индикатора калибратора и зафиксировать значение выходного напряжения в проверяемой точке (или из второй строки индикатора считать значение погрешности установки выходного напряжения);

д) повторить операции б) - г) для всех значений напряжений и частот, указанных в таблице 12.3. Вследствие того, что полоса пропускания детекторного вольтметра очень широка (2 - 3 ГГц), то при измерениях низких уровней напряжения начинает сказываться тепловой шум сопротивления 50 Ом (нагрузки), пиковое значение которого может достигать десятков милливольт. Поэтому, когда шум показаний вольтметра не позволяет определить их однозначно (такое бывает при измерении уровней ниже 3 мВ), то следует за результат принимать среднее значение. Например, брать среднее между крайними показаниями, или включить режим дополнительной фильтрации или усреднения. В милливольтметре URV 5 такой режим есть и реализуется включением фильтра «F1».

Если на милливольтметр URV 5 имеются только частотные поправки, следует применить метод сравнения переменного напряжения, воспроизводимого калибратором на частоте 100 кГц, с переменным напряжением на высокой частоте в проверяемой точке, т.е. используется только частотно зависящая составляющая погрешности вольтметра. Для проведения проверки таким способом необходимо:

а) установить выходное напряжение поверяемого калибратора с частотой 100 кГц, соответствующее уровню в проверяемой точке (см. таблицу 12.3);

б) дождавшись установления стабильных показаний, зафиксировать показания милливольтметра URV 5;

в) не меняя уровень, установить частоту выходного напряжения, соответствующую проверяемой точке (см. таблицу 12.3);

г) дождавшись установления стабильных показаний, отредактировать выходной уровень калибратора до получения таких же показаний прибора URV 5, как при подаче поверяемого уровня;

д) считать с индикатора поверяемого калибратора и зафиксировать значение выходного напряжения в проверяемой точке (или из второй строки индикатора считать значение погрешности установки выходного напряжения);

е) повторить операции б) - г) для всех значений напряжений и частот, указанных в таблице 12.3. Если показания вольтметра достаточно стабильны, то допускается производить определение частотной погрешности калибратора в нескольких частотных точках (при одном и том же опорном уровне), очищая индикатор приращениями после каждого измерения нажатием кнопки Clr поверяемого прибора;

ж) вычислить (с учетом знаков) значение погрешности воспроизведения как сумму низкочастотной погрешности воспроизведения на частоте 100 кГц, определенной по методике п.12.4.9, и высокочастотной погрешности, определенной по настоящей методике (п.12.4.10).

Результаты поверки считают удовлетворительными, если погрешность (вычисленные минимальные и максимальные значения) не превышает значений, приведенных в таблице 12.3.

12.4.11 Проверка постоянной составляющей в режиме воспроизведения напряжения переменного тока осуществляется прибором В7-64, включенным в режим измерения постоянного напряжения и обеспечивающим подавление помехи переменного тока нормального вида (последовательно с сигналом) более 80 дБ. Для проверки необходимо:

- а) собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 11.1;
- б) установить на выходе калибратора напряжение 3 В, 1 кГц;
- в) зафиксировать показания вольтметра.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если смещение на выходе калибратора не превышает ± 1 мВ.

12.4.12 Проверка выходного сопротивления калибратора, сопротивления нагрузки (из комплекта калибратора), входного и выходного сопротивления аттенюатора «40 дБ» осуществляется прибором В7-64, включенным в режим измерения сопротивления (омметра). Для проверки необходимо:

- а) установить на выходе калибратора напряжение 0.5 мВ, 1 кГц;
- б) включить режим измерения сопротивления прибора В7-64;
- в) закоротить вилки входного кабеля и нажать кнопку Δ прибора В7-64, скомпенсировав сопротивление входной цепи омметра;
- г) подключить омметр к выходу калибратора и зафиксировать показания омметра;
- д) подключить омметр к внешней нагрузке и также зафиксировать показания;

е) подключить омметр к аттенюатору «40 дБ» со стороны входа, а затем со стороны выхода и также зафиксировать показания. При измерении входного и выходного сопротивления аттенюатора необходимо к противоположенному разьему подключать нагрузку (сопротивлением 50 Ом).

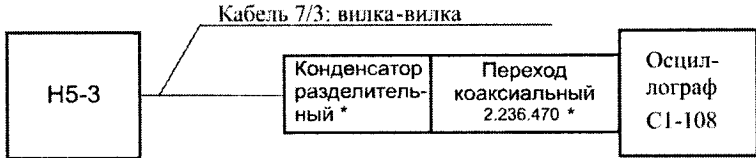
Результаты поверки считают удовлетворительными, если выходное сопротивление калибратора, сопротивление нагрузки, входное и выходное сопротивление аттенюатора (минимальные и максимальные показания) не превышают значений, приведенных в таблице 12.3.

12.4.13 Проверка пульсаций и шумов проводится в режиме воспроизведения напряжения постоянного тока при минимальном ослаблении аттенюатора. Для проверки пульсаций необходимо выполнить следующие операции:

- а) собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 12.4 и установить на выходе калибратора постоянное напряжение +3000 мВ;
- б) подключить к выходу калибратора осциллограф С1-108 (в режиме с «закрытым» входом), с помощью коаксиального перехода ЕЭ2.236.470 и убедиться в отсутствии высокочастотного самовозбуждения выходного усилителя, т.е. в отсутствии переменного напряжения одной определенной частоты. Двойная амплитуда напряжения шума не должна превышать 100 мВ;

в) изменить полярность выходного напряжения (установить минус 3000 мВ) и также проверить осциллографом отсутствие самовозбуждения;

г) к выходу калибратора подключить мультиметр В7-64 в режиме измерения переменного напряжения (по схеме рисунка 11.1) и при выходных уровнях +3 В и минус 3 В определить уровень пульсаций в узкой полосе частот.



* Из комплекта поставки прибора Н5-3

Рисунок 12.4 - Схема для проверки пульсаций в широкой полосе частот

Результаты поверки считают удовлетворительными, если высокочастотное самовозбуждение выходного усилителя отсутствует и уровень переменных составляющих не превышает значений, приведенных в таблице 12.3.

12.4.14 Для проверки интерфейса СТЫК С2 необходимо подключить прибор к любому из последовательных портов компьютера, носящих резервированные имена (в операционной системе), "COM1", "COM2", "COM3" или "COM4". Обычно удобнее использовать порт "COM2" с девятиконтактным разъемом (схему подключения см. на рисунке 10.9).

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:

- а) программы межкомпьютерной связи - "PROCOMM", "МТЕ";
- б) коммуникационный режим текстового редактора "MULTI-EDIT" (версии 5.0 и старше);
- в) режим эмуляции терминала командного процессора "NORTON COMMANDER" (версия 4.0 и старше);
- г) режим эмуляции терминала в операционной среде "MICROSOFT WINDOWS" (версия 3.1 и старше).

Параметры настройки эмулятора терминала:

- а) скорость - 4800 бод (бит/с);
- б) данные - 8 бит;
- в) бит "четность" - отсутствует;
- г) сигнал "СТОП" - 1 бит;
- д) порт - выбранный пользователем (обычно "COM2").

Проверку функционирования интерфейса производят следующим образом:

- а) соединить проверяемый прибор, отключенный от сети, с компьютером посредством кабеля из комплекта его поставки;
- б) включить проверяемый прибор в сеть;
- в) 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;

- г) нажать на клавиатуре компьютера клавиши "Q" и ENTER (подать команду "запрос состояния прибора");

д) если настройка сделана правильно и приемник и передатчик прибора исправны, то на экране компьютера напечатается строка:

"1.0000H000.I",

отражающая состояние прибора (постоянное напряжение +1 мВ);

- е) ввести с клавиатуры строки: "K10.000" (перемное напряжение частотой 10 кГц) и "V1000.0" (напряжение - 1000 мВ). Ввод каждой строки должен заканчиваться нажатием клавиши ENTER (передаются символы разделителя: "CR"- "возврат каретки" и "LF"- "перевод строки");

- ж) снова подать команду "запрос состояния прибора";

и) если прибор правильно принял установку нового режима, то на экране компьютера должна напечататься строка:

"A1000.0K10.0I",

отражающая состояние прибора (напряжение 1000 мВ частотой 10 кГц). Новое значение должно отображаться и на индикаторе выхода (вообще, данные индикатора должны изменяться после каждой команды, изменяющей состояние прибора). Цифровые данные строк могут отличаться от приведенных на единицу младшего разряда, отображаемого на индикаторе;

- к) проверить осциллографом амплитуду выходных сигналов проверяемого прибора на линии "TXD" (контакт 3) при получении команды "запрос состояния прибора". Компьютер при этом является нагрузкой с сопротивлением 3 кОм (стандартная нагрузка).

Результаты проверки считают удовлетворительными, если данные передаются из прибора в компьютер (печатаются на мониторе), прибор принимает команды с клавиатуры компьютера и размах логических сигналов не меньше 5 В каждой полярности в соответствии с рисунком 12.5.

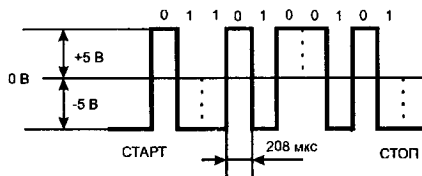


Рисунок 12.5 - Временная диаграмма сигнала на линии

12.5 Оформление результатов поверки

12.5.1 Положительные результаты поверки оформляют свидетельством о поверке и клеймением поверяемого прибора в порядке, установленном метрологической службой, осуществляющей поверку. При этом необходимо указать температуру окружающего воздуха, при которой осуществлялась поверка.

В случае отрицательных результатов поверки прибор признается непригодным к выпуску в обращение и применение. При этом аннулируется свидетельство или гасится клеймо. Приборы, не подлежащие ремонту, изымаются из обращения и эксплуатации, кроме того на них выдается свидетельство о непригодности.

12.5.2 Для прибора Н5-3, благодаря наличию независимых систем калибровки различных режимов и пределов, возможно применение выборочной или целевой аттестации режимов работы. Имеется в виду возможность проведения поверки только в объеме предполагаемого использования прибора или при наличии поверочного оборудования с требуемыми характеристиками. Такой подход применим и к случаям аттестации прибора в неполном рабочем диапазоне. При этом в свидетельство о поверке вносятся все данные о фактическом объеме поверки и уровне метрологических характеристик с учетом погрешности примененного поверочного оборудования (если не удовлетворяются требования таблицы 12.2).

12.5.3 Аттестация прибора Н5-3 с погрешностью меньшей, чем нормируется настоящим документом, возможна при следующих условиях:

а) только по результатам не менее двух поверок с интервалом между первой и последней не менее времени, в течение которого она должна действовать;

б) если погрешность и разность показаний при поверках в интересующих точках или режимах не превышает 80 % погрешности, которая будет нормироваться при аттестации, т.е. аттестуемый на повышенную точность прибор должен подтвердить стабильность метрологических характеристик в течение заданного временного интервала.

Примечания

1 Изготовитель не гарантирует возможность калибровки и аттестации каждого экземпляра прибора на повышенную точность. Это можно определить только путем метрологических исследований.

2 Метрологические запасы прибора Н5-3 могут позволить аттестовать его с точностью до двух-трех раз выше нормируемой.

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в документе	№ докум.	Входящий № сопроводительного докум. и дата	Подп.	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулированных					
28		все					ИСМК-058-13	<i>Семин</i>	27.01.13 г.