



СОГЛАСОВАНО

Технический директор ОАО "МНИПИ"

*А.А. Володкевич* А.А. Володкевич

2006

УТВЕРЖДАЮ

Директор БелГИМ

*Н.А. Жагора* Н.А. Жагора

2006



Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь

ГЕНЕРАТОР СИГНАЛОВ Г4-221, Г4-221/1

Методика поверки

УШЯИ.460874.001 МП

МРБ МП. 1544 -2006

РАЗРАБОТАНА ОАО "МНИПИ"

Научный руководитель разработки

*А.П. Костин* А.П. Костин

"15" 02 2006

Исполнитель

*Т.В. Демьянкова* Т.В. Демьянкова

"15" 02 2006

Нормоконтролер

*Г.М. Таласва* Г.М. Таласва

"16" 02 2006

Литера О<sub>1</sub>

247238 Белмет 3.05.2006

## Содержание

1	Операции и средства поверки .....	3
2	Требования безопасности .....	6
3	Условия поверки и подготовка к поверке .....	6
4	Проведение поверки.....	7
4.1	Внешний осмотр .....	7
4.2	Проверка электрической прочности изоляции.....	7
4.3	Опробование .....	7
4.4	Определение метрологических характеристик.....	8
5	Оформление результатов поверки.....	17
	Приложение А Форма протокола поверки генератора.....	18

Настоящая методика поверки (МП) распространяется на генераторы сигналов Г4-221, Г4-221/1 ТУ ВУ 100039847.074-2006 (далее по тексту - генератор) и устанавливает методику его первичной и последующих поверок.

Генератор подлежит первичной поверке при выпуске из производства и после гарантийного ремонта и последующей поверке при эксплуатации и хранении.

Поверка должна проводиться в органах, аккредитованных в данном виде деятельности.

Межповерочный интервал - 12 мес.

## 1 Операции и средства поверки

1.1 При проведении поверки должны быть выполнены следующие операции и применены средства поверки с характеристиками, указанными в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта МП	Рекомендуемое средство поверки (наименование, тип), основные метрологические характеристики	Обязательность проведения операции при	
			первичной поверке	эксплуатации и хранении
Внешний осмотр	4.1		да	да
Проверка электрической прочности изоляции	4.2	Установка высоковольтная измерительная (испытательная) УПУ-21 Выходное напряжение до 10000 В; погрешность $\pm 4 \%$ .	да	нет
Опробование	4.3	Осциллограф С1-157 Коэффициент отклонения от 0,2 до 5 В/дел; коэффициент развертки от 0,02 мкс/дел до 200 мс/дел	да	да
Определение метрологических характеристик:	4.4			
- определение абсолютной погрешности установки частоты	4.4.1	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-63 F от 0,1 Гц до 200 МГц; погрешность $\pm 5 \cdot 10^{-7}$	да	да
- определение нестабильности частоты	4.4.2	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-63 F от 0,1 Гц до 200 МГц; погрешность $\pm 5 \cdot 10^{-7}$ .	да	да

Продолжение таблицы 1

Наименование операции	Номер пункта МП	Рекомендуемое средство поверки (наименование, тип), основные метрологические характеристики	Обязательность проведения операции при	
			первичной поверке	эксплуатации и хранении
- определение максимального напряжения и погрешности установки напряжения сигнала синусоидальной формы	4.4.3	Милливольтметр В3-59 Диапазон измерений от 5 мВ до 30 В; погрешность $\pm 0,4\%$ диапазон частот от 10 Гц до 10 МГц;	да	да
- определение коэффициента гармоник сигнала синусоидальной формы	4.4.4	Измеритель нелинейных искажений СК6-13 Диапазон частот от 10 Гц до 120 кГц; диапазон измеряемых коэффициентов от 0,1 до 5 % Милливольтметр селективный В6-10 Диапазон измерений от 3 мкВ до 10 мВ; погрешность $\pm 6\%$ диапазон частот от 1 до 30 МГц;	да	да
- определение неравномерности уровня сигнала синусоидальной формы	4.4.5	Милливольтметр В3-59 Диапазон измерений от 5 мВ до 30 В; погрешность $\pm 0,4\%$ диапазон частот от 10 Гц до 10 МГц;	да	да
- определение максимального размаха и погрешности установки размаха сигнала прямоугольной формы	4.4.6	Осциллограф С8-53/1 Коэффициент отклонения от 2 мВ/дел до 20 В/дел; коэффициент развертки от 2 нс/дел до 10 с/дел; погрешность коэффициента отклонения $\pm 2,5\%$ ; погрешность коэффициента развертки $\pm 1,5\%$	да	да
- определение погрешности ступенчатого ослабления сигналов синусоидальной и прямоугольной формы (меандр)	4.4.7	Милливольтметр В3-59 Диапазон измерений от 5 мВ до 30 В; погрешность $\pm 0,4\%$ диапазон частот от 10 Гц до 10 МГц;	да	да

Продолжение таблицы 1

Наименование операции	Номер пункта МП	Рекомендуемое средство поверки (наименование, тип), основные метрологические характеристики	Обязательность проведения операции при	
			первичной поверке	эксплуатации и хранении
- определение погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции	4.4.8	Измеритель коэффициента АМ СКЗ-45 Диапазон несущих частот от 0,05 до 17 МГц; пределы измерений коэффициента АМ от 0,3 до 90 %; погрешность измерения коэффициента АМ $\pm (1,5 \cdot 10^{-2} M + 0,2)$ Генератор сигналов низкочастотный ГЗ-131 Диапазон частот от 30 Гц до 10 кГц; напряжение 5 В; коэффициент гармоник 0,2 %	да	да
- определение коэффициента гармоник огибающей АМ	4.4.9	Измеритель нелинейных искажений СК6-13 Диапазон частот от 30 Гц до 10 кГц; диапазон измеряемых коэффициентов от 0,003 до 5 %. Измеритель коэффициента АМ СКЗ-45 Диапазон несущих частот от 0,05 до 17 МГц; пределы измерений коэффициента АМ от 0,3 до 90 %; погрешность измерения коэффициента АМ $\pm (1,5 \cdot 10^{-2} M + 0,2)$	да	да
- определение максимального напряжения и погрешности установки напряжения сигнала синусоидальной формы повышенной амплитуды	4.4.10	Милливольтметр ВЗ-59 Диапазон измерений от 5 мВ до 30 В; погрешность $\pm 0,4$ %; диапазон частот от 10 Гц до 10 МГц	да	да
- определение коэффициента гармоник сигнала синусоидальной формы повышенной амплитуды (только для Г4-221/1)	4.4.11	Измеритель нелинейных искажений СК6-13 Диапазон частот от 10 Гц до 120 кГц; диапазон измеряемых коэффициентов от 0,003 до 5 %. Микровольтметр селективный В6-10 Диапазон измерений от 30 мкВ до 10 мВ; погрешность $\pm 6$ %; диапазон частот от 1 до 30 МГц	да	да

## Окончание таблицы 1

Наименование операции	Номер пункта МП	Рекомендуемое средство поверки (наименование, тип), основные метрологические характеристики	Обязательность проведения операции при	
			первичной поверке	эксплуатации и хранении
- определение максимального размаха и погрешности установки сигнала прямоугольной формы повышенной амплитуды (только для Г4-221/1)	4.4.12	Осциллограф С8-53/1 Коэффициент отклонения от 2 мВ/дел до 20 В/дел; коэффициент развертки от 2 нс/дел до 10 с/дел; погрешность коэффициента отклонения $\pm 2,5\%$ ; погрешность коэффициента развертки $\pm 1,5\%$	да	да

### Примечания

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

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

## 2 Требования безопасности

2.1 При подготовке и проведении поверки генератора должны соблюдаться требования безопасности, указанные в руководстве по эксплуатации поверяемого генератора и используемых средств поверки и испытаний.

## 3 Условия поверки и подготовка к поверке

3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

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

3.2 Перед проведением поверки генератор выдержать в условиях, установленных в 3.1, не менее 2 ч.

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

3.4 При подготовке к поверке генератора должны быть выполнены подготовительные работы, указанные в руководствах по эксплуатации УШЯИ.468759.022 РЭ, УШЯИ.468759.023 РЭ.

## 4 Проведение поверки

### 4.1 Внешний осмотр

4.1.1 При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие поверяемого генератора следующим требованиям:

- наличие в комплекте соединительных кабелей;
  - наличие и прочность крепления органов управления, четкость фиксации их положения;
  - отсутствие механических повреждений;
  - исправность разъемов, четкость маркировки генератора.
- Генератор, имеющий дефекты, бракуется и направляется в ремонт.

### 4.2 Проверка электрической прочности изоляции

4.2.1 Проверку электрической прочности изоляции проводят в нормальных условиях применения с помощью установки высоковольтной измерительной (испытательной) УПУ-21 следующим образом:

- подают испытательное напряжение между соединенными вместе питающими штырями и корпусным штырем вилки сетевой, начиная со значения 230 В (сетевой выключатель должен быть включен);

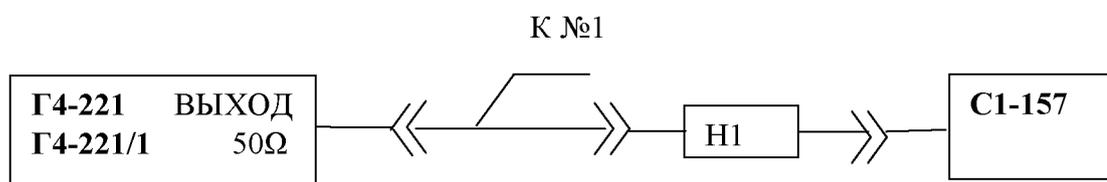
- увеличивают испытательное напряжение до значения 1,5 кВ плавно или равномерно ступенями за время от 5 до 10 с.

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

Результаты испытаний считают удовлетворительными, если при испытании прочности изоляции не произошло пробоя или поверхностного перекрытия. Появления “коронного” разряда или предшествующего ему шума не является признаком неудовлетворительных испытаний.

### 4.3 Опробование

4.3.1 Опробованием генератора является проверка способности генератора формировать заданные сигналы. Подготавливают генератор к работе в соответствии с руководством по эксплуатации.



Г4-221 (Г4-221/1) – проверяемый генератор;

С1-157 – осциллограф;

К№1- кабель из комплекта проверяемого генератора;

Н1 – нагрузка 50 Ом из комплекта проверяемого генератора.

Рисунок 1 – Схема соединения приборов для опробования генератора

Собирают схему в соответствии с рисунком 1. Наблюдая сигнал на экране осциллографа, с помощью органов управления генератора проверяют формирование сигнала синусоидальной формы в диапазоне частот от 0,1 Гц до 17 МГц, плавное и ступенчатое ослабление, функционирование вольтметра генератора. Переключатель “АМ” устанавливают в положение “ГЛУБИНА”, вращая одноименную ручку, наблюдают на экране осциллографа и по индикатору генератора “%” изменение глубины амплитудной модуляции. Переключатель “~□” устанавливают в положение “□” и проверяют формирование сигнала прямоугольной формы в диапазоне частот от 0,1 Гц до 1 МГц. Нажимают переключатель “СМЕЩ”, вращая одноименную ручку, наблюдают за плавным смещением сигнала. Подключают вход осциллографа к разъему “ВЫХОД ТТЛ”, на экране осциллографа наблюдают наличие сигнала прямоугольной формы (уровня ТТЛ). Подключают к разъему генератора “ВЫХОД 1 кΩ” нагрузку 1 кОм, подают сигнал на вход осциллографа. С помощью органов управления генератора производят проверку формирования сигналов синусоидальной и прямоугольной формы повышенной амплитуды в диапазоне частот от 0,1 Гц до 1 МГц.

#### 4.4 Определение метрологических характеристик

4.4.1 Определение абсолютной погрешности установки частоты проводят частотомером ЧЗ-63 на частотах 0,1; 10 Гц; 1; 100 кГц; 1; 10; 17 МГц в следующей последовательности:

- подключают вход частотомера к разъему ВЫХОД 50 Ω генератора; при измерении частот от 0,1 Гц до 1 кГц, частотомер готовят к работе в режиме измерения периода, при измерении частоты выше 1 кГц – в режиме измерения частоты;
- переключатель ОСЛАБЛЕНИЕ dВ устанавливают в положение “0”, переключатель “Hz” – включен, переключатель “~□” устанавливают в положение “□”, при измерении частоты выше 1 кГц - в положение “~”;
- кнопками ШАГ, ЧАСТОТА, СБРОС устанавливают проверяемую частоту сигнала;
- по индикатору частотомера определяют действительное значение частоты  $f_d$  (периода  $T_d$ );
- определяют погрешность установки частоты  $\Delta$ , Гц по формуле

$$\begin{aligned} \Delta &= f_{\text{ном}} - f_d \text{ или} \\ \Delta &= f_{\text{ном}} - 1/T_d, \end{aligned} \quad (1)$$

где  $f_{\text{ном}}$  – номинальное значение частоты, установленное на индикаторе генератора, Гц;

$f_d$  – действительное значение частоты, измеренное частотомером, Гц;

$T_d$  – действительное значение периода, измеренное частотомером, с.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если погрешность установки частоты сигналов не превышает  $\pm (0,012 + 0,0001f)$ , Гц, где  $f$  – значение установленной частоты.

4.4.2 Определение нестабильности частоты генератора по истечении времени установления рабочего режима за любые, выбранные произвольно, 15 мин времени непрерывной работы (1.1.4) проводят в следующей последовательности:

- подключают вход частотомера к разъему Выход 50 Ω генератора;
  - переключатель ОСЛАБЛЕНИЕ dB устанавливают в положение “0”, переключатель “Hz” – включен, переключатель “~Π” устанавливают в положение “~”;
  - кнопками ШАГ, ЧАСТОТА, СБРОС устанавливают частоту сигнала 10,001 МГц;
  - определяют частоту генератора с помощью частотомера, фиксируют показание ( $f_{ном}$ );
  - в течение 15 мин измерения проводят каждые 3 мин.
- Результаты поверки считаются удовлетворительными, если выполняется условие

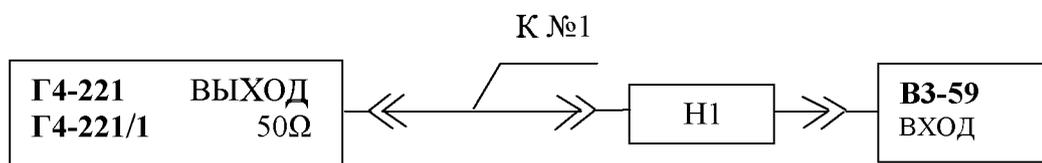
$$\frac{f_{max} - f_{min}}{f_{ном}} \leq 10^{-5}, \quad (2)$$

где  $f_{ном}$  - номинальное значение частоты, измеренное в начале поверки, Гц;  
 $f_{max}$  - максимальное значение частоты, измеренное в течение 15 мин, Гц;  
 $f_{min}$  - минимальное значение частоты, измеренное в течение 15 мин, Гц.

4.4.3 Определение максимального напряжения и погрешности установки напряжения сигнала синусоидальной формы проводят в следующей последовательности.

Определяют максимальное напряжение сигнала:

- собирают схему измерений в соответствии с рисунком 2;



Г4-221 (Г4-221/1) – поверяемый генератор;

В3-59 – милливольтметр цифровой широкополосный;

К №1 – кабель из комплекта поверяемого генератора;

Н1 – нагрузка 50 Ом из комплекта поверяемого генератора

Рисунок 2

- переключатель ОСЛАБЛЕНИЕ dB устанавливают в положение “0”, переключатель “Hz” – включен, переключатель “~Π” устанавливают в положение “~”; ручки ГРУБО, ТОЧНО - в крайнее правое положение;

- кнопками ШАГ, ЧАСТОТА, СБРОС устанавливают частоту 1 кГц;
- вольтметром В3-59 измеряют напряжение сигнала, фиксируют показание;
- нагрузку 50 Ом отключают и измеряют напряжение сигнала на ненагруженном выходе, фиксируют показание.

Определяют погрешность установки напряжения:

- кнопками ШАГ, ЧАСТОТА, СБРОС устанавливают частоту 10 Гц;
- включают переключатель “V”;

- ручками ГРУБО, ТОЧНО по индикатору генератора устанавливают значение напряжения сигнала  $U_r$  ( $10 \pm 0,1$ ) В;
- прибором ВЗ-59 проводят измерение выходного напряжения сигнала  $U_{изм}$ , В;
- погрешность установки напряжения сигнала синусоидальной форм  $\Delta_u$ , В, определяют по формуле

$$\Delta_u = U_r - U_{изм} \quad , \quad (3)$$

где  $U_r$  – значение напряжения, установленное на индикаторе генератора, В;

$U_{изм}$  – значение напряжения, измеренное прибором ВЗ-59, В.

Аналогичным образом определяют погрешность установки напряжения в точках в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2

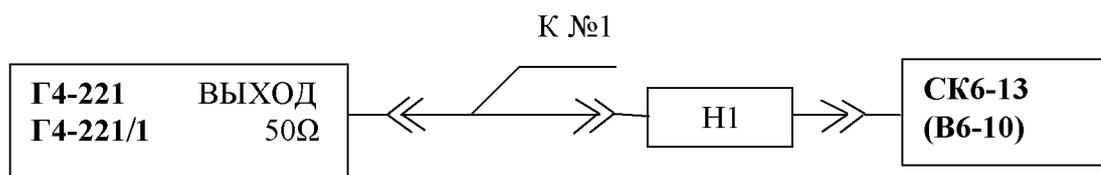
Значение напряжения, В, в поверяемых точках	Частота, Гц
$10 \pm 0,1$ $5 \pm 0,1$ $1 \pm 0,1$	10
	1 000
	1 000 000
	10 001 000

Результаты поверки считают удовлетворительными, если максимальное напряжение сигнала синусоидальной формы не менее 5 В при работе на согласованную нагрузку и не менее 10 В без нагрузки, а погрешность установки напряжения сигнала не превышает:

- в диапазоне частот от 10 Гц до 1 МГц включительно  $\pm (0,2 + 0,05 U)$  В;
  - в диапазоне частот св. 1 МГц до 10 МГц включительно  $\pm (0,5 + 0,05 U)$  В,
- где  $U$  – значение установленного напряжения, В.

4.4.4 Определение коэффициента гармоник сигнала синусоидальной формы проводят на частотах 10; 100 Гц; 1; 10; 120 кГц; 1; 10 МГц в следующей последовательности:

- собирают схему измерений в соответствии с рисунком 3.



Г4-221 (Г4-221/1) – поверяемый генератор;

СК6-13 – измеритель нелинейных искажений;

В6-10 – микровольтметр селективный;

К №1 – кабель из комплекта поверяемого генератора;

Н1 – нагрузка 50 Ом из комплекта поверяемого генератора

Рисунок 3

- переключатель ОСЛАБЛЕНИЕ dB устанавливают в положение “0”, переключатель “Hz” – включен, переключатель «~□» устанавливают в положение “~”;

- кнопками ШАГ, ЧАСТОТА, СБРОС устанавливают частоту 10 Гц;
- измеряют коэффициент гармоник измерителем нелинейных искажений СКБ-13 в соответствии с эксплуатационной документацией на него.

Аналогично проводят измерения на частотах 100 Гц; 1; 10; 120 кГц.

При измерении коэффициента гармоник на частотах 1; 10 МГц применяют микровольтметр селективный В6-10 и делитель напряжения 1:100 из его комплекта.

В этом случае коэффициент гармоник КГ, в процентах, определяют по формуле

$$K_{\Gamma} = \frac{\sqrt{U_2^2 + U_3^2}}{U_1} \cdot 100, \quad (4)$$

где  $U_1, U_2, U_3$ , - величины 1, 2, 3 гармоник выходного синусоидального сигнала измеренные В6-10, мкВ.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если коэффициент гармоник сигнала синусоидальной формы не превышает:

- |   |        |
|---|--------|
| - в диапазоне частот от 10 до 100 Гц включительно       | 0,3 %; |
| - в диапазоне частот св. 100 Гц до 120 кГц включительно | 0,2 %; |
| - в диапазоне частот св. 120 кГц до 1 МГц включительно  | 1,0 %; |
| - в диапазоне частот св. 1 до 10 МГц включительно       | 4,0 %. |

4.4.5 Определение неравномерности уровня сигнала синусоидальной формы относительно уровня на частоте 1 кГц проводят в следующей последовательности:

- собирают схему измерения в соответствии с рисунком 2.
- переключатель ОСЛАБЛЕНИЕ dB устанавливают в положение “20”, переключатель “Hz” – включен, переключатель “~□” устанавливают в положение “~”;

- кнопками ШАГ, ЧАСТОТА, СБРОС устанавливают частоту 1 кГц;

- ручками ГРУБО, ТОЧНО по милливольтметру устанавливают напряжение сигнала от 290 до 300 мВ ( $U_f$ );

- кнопками ШАГ, ЧАСТОТА, СБРОС изменяют частоту сигнала от 10 Гц до 1 МГц, измеряют напряжение сигнала на частотах 10; 100 Гц; 1; 10; 100 кГц; 1 МГц;

- определяют неравномерность уровня сигнала синусоидальной формы относительно уровня на частоте 1 кГц  $\delta u$ , в процентах, в диапазоне частот от 10 Гц до 1 МГц, по формуле

$$\delta u = \frac{U_f - U_{\text{н}}}{U_f} \cdot 100, \quad (5)$$

где  $U_f$  – установленное напряжение сигнала на частоте 1 кГц, мВ;

$U_{\text{н}}$  – напряжение сигнала при максимальном отклонении от установленного, мВ.

Не изменяя напряжение сигнала, установленного на частоте 1 кГц, через пробник милливольтметра ВЗ-59 проводят измерения на частотах 1 кГц; 1,001; 5,001; 10,001 МГц, а затем по формуле (5) определяют неравномерность уровня сигнала в диапазоне частот от 1 до 10 МГц.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если неравномерность уровня сигнала синусоидальной формы относительно уровня на частоте 1 кГц при подключенной согласованной нагрузке 50 Ом не более:

- в диапазоне частот от 10 Гц до 1 МГц включительно  $\pm 2 \%$ ;
- в диапазоне частот св. 1 до 10 МГц включительно  $\pm 10 \%$ ;

4.4.6 Определение максимального размаха и погрешности установки размаха сигнала прямоугольной формы проводят осциллографом С8-53/1 в следующей последовательности.

Определяют максимальной размах сигнала:

- соединяют разъем ВЫХОД 50  $\Omega$  генератора со входом осциллографа кабелем из комплекта генератора;

- переключатель ОСЛАБЛЕНИЕ dB устанавливают в положение "0", переключатель "Hz" – включен, переключатель "~□" устанавливают в положение "□"; ручки ГРУБО, ТОЧНО - в крайнее правое положение;

- кнопками ШАГ, ЧАСТОТА, СБРОС устанавливают частоту 1 кГц;

- измеряют размах сигнала на ненагруженном выходе с помощью осциллографа, фиксируют показание;

- между кабелем и входом осциллографа подключают нагрузку 50 Ом;

- измеряют размах сигнала с подключенной нагрузкой 50 Ом, фиксируют показание.

Определяют погрешность установки размаха:

- нагрузку 50 Ом отключают, ВЫХОД 50  $\Omega$  подключают ко входу осциллографа;

- включают переключатель "V";

- ручками ГРУБО, ТОЧНО устанавливают размах сигнала  $U_r (28 \pm 0,1) \text{ В}$ ;

- осциллографом измеряют размах сигнала прямоугольной формы  $U_{\text{изм}}, \text{ В}$ ;

- погрешность установки размаха сигнала прямоугольной формы определяют по формуле (3).

Аналогичным образом определяют погрешность установки размаха в точках в соответствии с таблицей 3.

Таблица 3

Значение напряжения, В, в проверяемых точках	Частота
$28 \pm 0,1$	10 Гц
$14 \pm 0,1$	1 кГц
$2 \pm 0,1$	1 МГц

Результаты поверки считают удовлетворительными, если максимальный размах сигнала прямоугольной формы не менее 14 В при работе на согласованную нагрузку 50 Ом и не менее 28 В при работе без нагрузки и погрешность установки размаха сигнала прямоугольной формы в диапазоне частот от 10 Гц до 1 МГц не превышает  $\pm (0,5 + 0,1 U) \text{ В}$ , где  $U$  – значение установленного напряжения, В.

4.4.7 Определение погрешности ступенчатого ослабления сигналов синусоидальной и прямоугольной формы проводят в следующей последовательности:

- собирают схему измерений в соответствии с рисунком 2;
- переключатель ОСЛАБЛЕНИЕ dВ устанавливают в положение “0”, переключатель “Hz” – включен, переключатель “~□” устанавливают в положение “~”, ручки ГРУБО, ТОЧНО - в крайнее правое положение;
- кнопками ШАГ, ЧАСТОТА, СБРОС устанавливают частоту 1 кГц;
- поочередно устанавливают переключатель ОСЛАБЛЕНИЕ dВ в положение “0”, “20”, “40”, “60”, измеряют в каждом положении напряжение сигнала, фиксируют показания.

Аналогично проводят измерения на частотах 1,000; 10,001 МГц, при этом на частоте 10,001 МГц сигнал на вход милливольтметра подают через пробник и делитель ДН-526, входящий в комплект милливольтметра.

Погрешность ступенчатого ослабления сигнала  $\delta_0$ , в децибелах, определяют по формуле

$$\delta_0 = n - 20 \cdot \lg \frac{U_1}{U_2}, \quad (6)$$

где  $n$  – установленное ослабление, дБ;

$U_1$  – напряжение сигнала при ослаблении “0” дБ, В;

$U_2$  – напряжение сигнала при соответствующем ослаблении, В.

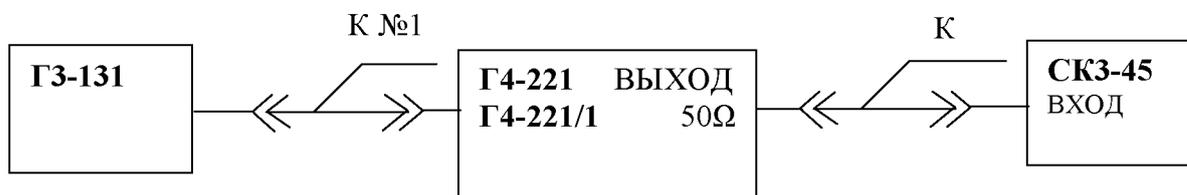
Результаты поверки считают удовлетворительными, если погрешность ступенчатого ослабления сигналов не превышает:

- в диапазоне частот от 10 Гц до 1 МГц включительно  $\pm 0,4$  дБ;
- в диапазоне частот св. 1 до 10 МГц включительно  $\pm 1,0$  дБ.

4.4.8 Определение диапазона и погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции проводят в следующей последовательности.

Определяют погрешность установки коэффициента амплитудной модуляции в диапазоне несущих частот, для этого:

- собирают схему измерений в соответствии с рисунком 4;



ГЗ-131 – генератор сигналов низкочастотный;

Г4-221 (Г4-221/1) – поверяемый генератор;

СКЗ-45 – измеритель коэффициента АМ;

К №1 – кабель из комплекта поверяемого генератора;

К – кабель из комплекта используемых СИ

Рисунок 4

- переключатель ОСЛАБЛЕНИЕ dB устанавливают в положение “0”, переключатель “~ П” устанавливают в положение “~”, переключатель ВНЕШ включен;

- кнопками ШАГ, ЧАСТОТА, СБРОС устанавливают частоту сигнала 80 кГц; - подают на ВХОД АМ проверяемого генератора от генератора ГЗ-131 сигнал синусоидальной формы частотой 1 кГц напряжением от 2 до 3 В;

- вращая ручку ГЛУБИНА, устанавливают по индикатору генератора коэффициент глубины модуляции 30 %, ( $M_{НОМ}$ );

- измерителем модуляции СКЗ-45 измеряют коэффициент модуляции положительной и отрицательной полуволн и фиксируют показания;

- погрешность установки коэффициента амплитудной модуляции  $\Delta M$ , в процентах, вычисляют по формуле

$$\Delta M = M_{НОМ} - (M_{В} + M_{Н})/2, \quad (7)$$

где  $M_{НОМ}$  – коэффициент глубины модуляции, %;

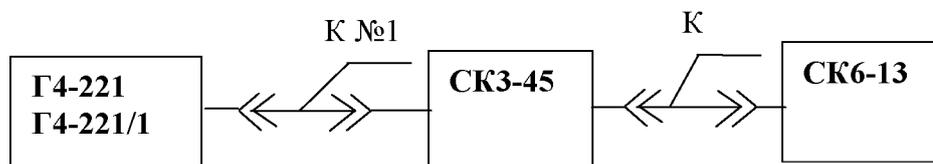
$M_{В}$  и  $M_{Н}$  – измеренное значение коэффициента модуляции положительной и отрицательной полуволны модулирующего напряжения, % .

Аналогично проводят измерение и вычисление погрешности на частоте 80 кГц и коэффициентах модуляции 10 и 90 %, а также на частотах 1 МГц; 17 МГц и коэффициентах модуляции 10; 30 и 90 %.

Определяют погрешность установки коэффициента амплитудной модуляции в диапазоне модулирующих частот аналогичным способом на частотах модуляции 30 Гц, 1 и 10 кГц, на несущей частоте 1 МГц и коэффициенте модуляции 30 %.

Результаты поверки считают удовлетворительными, если коэффициент амплитудной модуляции регулируется в номинальных пределах от 0 до 90 % и погрешность установки коэффициента амплитудной модуляции не превышает  $\pm 5$  % (в процентах модуляции).

4.4.9 Определение коэффициента гармоник огибающей амплитудно-модулированного сигнала проводят при работе прибора в режиме внутренней модуляции при коэффициенте модуляции 90 % на несущих частотах 1; 17 МГц. Измерения проводят по схеме измерений, представленной на рисунке 5.



Г4-221 (Г4-221/1) – проверяемый генератор;

СКЗ-45 – измеритель коэффициента АМ;

СК6-13 - измеритель нелинейных искажений;

К №1 – кабель из комплекта проверяемого генератора;

К – кабель из комплекта используемых СИ

Рисунок 5

Амплитудно-модулированный сигнал с разъема Выход 50 Ω генератора подается на вход измерителя коэффициента АМ СКЗ-45, с низкочастотного выхода измерителя протестированный сигнал поступает на измеритель нелинейных искажений СК6-13.

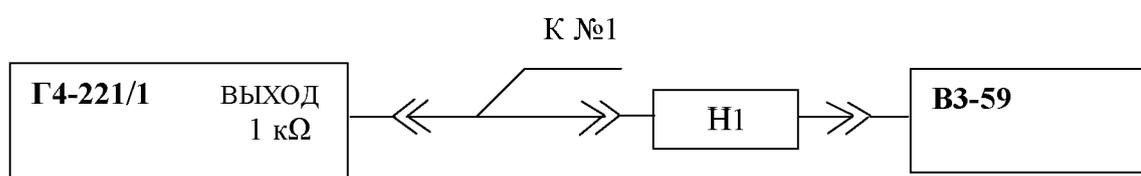
Результаты измерений считываются по индикатору измерителя нелинейных искажений СК6-13.

Результаты считают удовлетворительными, если коэффициент гармоник огибающей амплитудно-модулированного сигнала не превышает 5 %.

4.4.10 (Только для Г4-221/1) Определение максимального напряжения и погрешности установки напряжения сигнала синусоидальной формы повышенной амплитуды проводят в следующей последовательности.

Определяют максимальное напряжение:

- собирают схему измерений в соответствии с рисунком 6;



Г4-221/1 – поверяемый генератор;

ВЗ-59 – милливольтметр цифровой широкополосный;

К №1 – кабель из комплекта поверяемого генератора;

Н1 – нагрузка 1 кОм из комплекта поверяемого генератора

Рисунок 6

- переключатели “Hz” и ВЫХОД 1 кΩ – включены, переключатель “~ □” устанавливают в положение “~”; ручку ВЫХОД 1кΩ – в крайнее правое положение;
- кнопками ШАГ, ЧАСТОТА, СБРОС устанавливают частоту 1 кГц;
- милливольтметром ВЗ-59 измеряют напряжение сигнала.

Определяют погрешность установки напряжения, для этого:

- включают переключатель “V”;
- ручкой ВЫХОД 1кΩ по индикатору генератора устанавливают значение напряжения сигнала  $U_r (30 \pm 0,3) В$ ;
- прибором ВЗ-59 проводят измерение выходного напряжения сигнала  $U_{изм}, В$ ;
- погрешность установки напряжения сигнала синусоидальной форм  $\Delta_u, В$ , определяется по формуле (3).

Аналогичным образом определяют погрешность в точках в соответствии с таблицей 4.

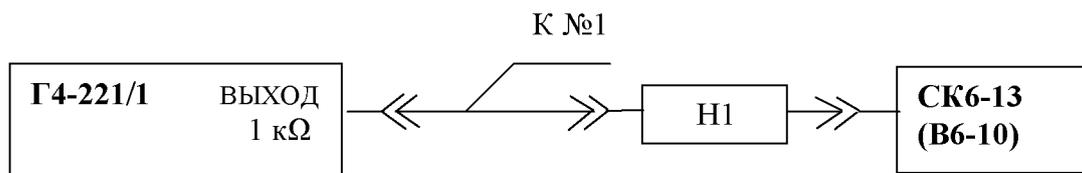
Таблица 4

Значение напряжения, В, в поверяемых точках	Частота
$30 \pm 0,3$	10 Гц
$15 \pm 0,3$	1 кГц
$3 \pm 0,3$	1 МГц

Результаты поверки считают удовлетворительными, если максимальное напряжение сигнала синусоидальной формы повышенной амплитуды при нагрузке  $(1000 \pm 5)$  Ом не менее 30 В и погрешность установки напряжения сигнала синусоидальной формы повышенной амплитуды в диапазоне частот от 10 Гц до 1 МГц не превышает  $(0,5 + 0,05 U)$  В, где  $U$  – значение установленного напряжения, В.

4.4.11 (Только для Г4-221/1) Определение коэффициента гармоник сигнала синусоидальной формы повышенной амплитуды проводят на частотах 10; 100 Гц; 1; 10; 120 кГц; 1 МГц в следующей последовательности:

- собирают схему измерений в соответствии с рисунком 7.



Г4-221/1 – поверяемый генератор;

СК6-13 – измеритель нелинейных искажений;

В6-10 – микровольтметр селективный;

К №1 – кабель из комплекта поверяемого генератора;

Н1 – нагрузка 1 кОм из комплекта поверяемого генератора

Рисунок 7

- переключатель “Hz” – включен, переключатель “~□” устанавливают в положение “~”, ручка ВЫХОД 1кΩ - в крайнее правое положение;
- кнопками ШАГ, ЧАСТОТА, СБРОС устанавливают частоту 10 Гц;
- измеряют коэффициент гармоник измерителем нелинейных искажений СК6-13 в соответствии с эксплуатационной документацией на него.

Аналогично проводят измерения на частотах 100 Гц; 1; 10; 120 кГц .

При измерении коэффициента гармоник на частоте 1МГц применяют микровольтметр селективный В6-10 и делитель напряжения из комплекта микровольтметра.

В этом случае коэффициент гармоник  $K_g$ , в процентах, определяют по формуле (4).

Результаты поверки считают удовлетворительными, если коэффициент гармоник сигнала синусоидальной формы не превышает:

- в диапазоне частот от 10 до 100 Гц включительно 0,3 %;
- в диапазоне частот св. 100 Гц до 120 кГц включительно 0,2 %;
- в диапазоне частот св. 120 кГц до 1 МГц включительно 1,0 %.

4.4.12 (Только для Г4-221/1) Проверку максимального размаха и погрешности установки размаха сигнала прямоугольной формы повышенной амплитуды проводят осциллографом С8-53/1.

Определяют максимальный размах сигнала:

- к разъему генератора ВЫХОД  $1\text{k}\Omega$  через нагрузку  $1\text{ k}\Omega$  из комплекта осциллографа, подключают вход осциллографа;
- переключатель “Hz” – включен, переключатель “~□” устанавливают в положение “□”, ручка ВЫХОД  $1\text{k}\Omega$  - в крайнее правое положение;
- кнопками ШАГ, ЧАСТОТА, СБРОС устанавливают частоту  $1\text{ кГц}$ ;
- по экрану осциллографа измеряют размах сигнала прямоугольной формы.

Определяют погрешность установки размаха:

- включают переключатель “V”;
- ручкой ВЫХОД  $1\text{k}\Omega$  устанавливают размах сигнала  $U_r (80 \pm 0,5)\text{ В}$ ;
- осциллографом измеряют размах сигнала прямоугольной формы  $U_{\text{изм}}\text{ В}$ ;
- погрешность установки размаха сигнала прямоугольной формы определяют по формуле (3).

Аналогичным образом определяют погрешность установки размаха в точках, в соответствии с таблицей 5.

Таблица 5

Значение напряжения, В, в проверяемых точках	Частота
$80 \pm 0,5$	$10\text{ Гц}$
$40 \pm 0,5$	
$8 \pm 0,5$	
$50 \pm 0,5$	$1\text{ МГц}$
$20 \pm 0,5$	
$8 \pm 0,5$	

Результаты поверки считают удовлетворительными, если максимальный размах сигнала прямоугольной формы повышенной амплитуды при нагрузке  $(1000 \pm 5)\text{ Ом}$  не менее  $80\text{ В}$  в диапазоне частот от 0,01 до  $100\text{ кГц}$  и не менее  $50\text{ В}$  в диапазоне частот от 100 кГц до  $1\text{ МГц}$ , и погрешность установки размаха сигнала прямоугольной формы повышенной амплитуды в диапазоне частот от  $10\text{ Гц}$  до  $1\text{ МГц}$  не превышает  $\pm (0,5 + 0,1 U)\text{ В}$ , где  $U$  – значение установленного напряжения, В.

## 5 Оформление результатов поверки

5.1 Результаты поверки оформляются протоколом по форме приложения А.

5.2 Положительные результаты поверки генератора удостоверяются нанесением оттиска поверительного клейма и выдается свидетельство о поверке установленной формы.

5.3 В случае, если по результатам поверки генератор не удовлетворяет предъявленным к нему требованиям, он бракуется и выдается извещение о непригодности с указанием причин. При этом оттиск поверительного клейма подлежит погашению, а свидетельство о поверке аннулируют.

## Приложение А

(Рекомендуемое)  
Форма протокола поверки генератора

Протокол поверки № \_\_\_\_\_

генератора сигналов \_\_\_\_\_ зав.№ \_\_\_\_\_ выпуск \_\_\_\_\_ года

Принадлежит: \_\_\_\_\_

Наименование организации, проводившей поверку: \_\_\_\_\_

Поверка проводилась в соответствии с методикой поверки УШЯИ.460874.001 МП  
(МРБ МП. 1544 - 2006)

### Условия поверки:

температура окружающего воздуха, °С	
относительная влажность воздуха, %	
атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.)	
напряжение питающей сети, В	

### Средства поверки:

Наименование средства измерений	Тип	Заводской номер	Свидетельство о поверке	
			номер	срок действия

1 Внешний осмотр (4.1)

\_\_\_\_\_  
(соотв., не соотв.)

2 Электрическое сопротивление изоляции  
(4.2)

\_\_\_\_\_  
(соотв., не соотв.)

3 Опробование (4.3)

\_\_\_\_\_  
(соотв., не соотв.)

#### А.4 Определение метрологических характеристик

##### А.4.1 Определение абсолютной погрешности установки частоты (4.4.1)

Таблица А.1

Номинальное значение частоты	Измеренное значение частоты или периода	Измеренное значение погрешности, Гц	Пределы допускаемой погрешности, Гц
0,1 Гц			$\pm 0,012$
10 Гц			$\pm 0,013$
1 кГц			$\pm 0,112$
100 кГц			$\pm 10,012$
1 МГц			$\pm 100,012$
10 МГц			$\pm 1000,012$
17 МГц			$\pm 1700,012$

---

(соотв., не соотв.)

##### А.4.2 Определение нестабильности частоты (4.4.2)

Таблица А.2

Номер измерения	Измеренное значение частоты, кГц	Нестабильность частоты за 15 мин	Допускаемое значение нестабильности частоты за 15 мин, не более
1			$\pm 1 \cdot 10^{-5}$
2			
3			
4			
5			
6			

---

(соотв., не соотв.)

#### А.4.3 Определение максимального напряжения и погрешности установки напряжения сигнала синусоидальной формы (4.4.3)

Таблица А.3

Измеренное значение напряжения сигнала, В		Допускаемое значение напряжения сигнала, В, не менее	
с нагрузкой 50 Ом	без нагрузки	с нагрузкой 50 Ом	без нагрузки
		5	10

Таблица А.4

Значение напряжения сигнала синусоидальной формы, В, в поверяемых точках	Частота	Показание внутреннего вольтметра, В	Показание прибора ВЗ-59, В	Измеренное значение погрешности, В	Пределы допускаемой погрешности, В
10 ±0,1	10 Гц				±0,7
	1 кГц				
	1 МГц				
	10,001 МГц				±1
5 ±0,1	10 Гц				±0,45
	1 кГц				
	1 МГц				
	10,001 МГц				±0,75
1 ±0,1	10 Гц				±0,25
	1 кГц				
	1 МГц				
	10,001 МГц				±0,55

(соотв., не соотв.)

#### А.4.4 Определение коэффициента гармоник сигнала синусоидальной формы (4.4.4)

Таблица А.5

Частота	Коэффициент гармоник, %	Допускаемое значение коэффициента гармоник, % не более
10 Гц		0,3
100 Гц		0,2
100 кГц		
10 кГц		
120 кГц		
1 МГц		1
10 МГц		4

(соотв., не соотв.)

А.4.5 Определение неравномерности уровня сигнала синусоидальной формы (4.4.5)

Таблица А.6

Измеренное значение напряжения сигнала на частоте, мВ						Неравномерность уровня относительно уровня на частоте 1 кГц, %	
10 Гц	100 Гц	1 кГц	10 кГц	100 кГц	1 МГц	измеренное значение	допускаемое значение, не более
						от 10 Гц до 1 МГц включ.	от 10 Гц до 1 МГц включ.
							±2

Таблица А.7

Измеренное значение напряжения сигнала на частоте, мВ				Неравномерность уровня относительно уровня на частоте 1 кГц, %	
1 кГц	1,001 МГц	5,001 МГц	10,001 МГц	измеренное значение	допускаемое значение, не более
				от 1 до 10 МГц включ.	от 1 до 10 МГц включ.
					±10

(соотв., не соотв.)

А.4.6 Определение максимального размаха и погрешности установки размаха сигнала прямоугольной формы (4.4.6)

Таблица А.8

Максимальное значение размаха сигнала, В		Допускаемое значение размаха сигнала, В, не менее	
с нагрузкой 50 Ом	без нагрузки	с нагрузкой 50 Ом	без нагрузки
		14	28

Таблица А.9

Значение размаха сигнала прямоугольной формы, В, в проверяемых точках	Частота	Показание внутреннего вольтметра, В	Показание осциллографа С8-53/1, В	Измеренное значение погрешности, В	Пределы допускаемой погрешности, В
28 ±0,1	10 Гц				±3,3
	1 кГц				
	1 МГц				
14 ±0,1	10 Гц				±1,9
	1 кГц				
	1 МГц				
2 ±0,1	10 Гц				±0,7
	1 кГц				
	1 МГц				

(соотв., не соотв.)

А.4.7 Определение погрешности ступенчатого ослабления сигналов синусоидальной и прямоугольной формы (4.4.7)

Таблица А.10

Частота сигнала синусоидальной формы	Ослабление, дБ	Измеренное значение напряжения на выходе, В		Измеренное значение погрешности ступенчатого ослабления, дБ	Пределы допускаемой погрешности, ступенчатого ослабления, дБ
1 кГц	0				±0,4
	20				
	40				
	60				
1 МГц	0				±0,4
	20				
	40				
	60				
10,001 МГц	0				±1,0
	20				
	40				
	60				

(соотв., не соотв.)

А.4.8 Определение погрешности установки коэффициента амплитудной модуляции (4.4.8)

Таблица А.11

Несущая частота	Коэффициент АМ, %	Измеренное значение коэффициента АМ, %		Погрешность установки коэффициента амплитудной модуляции, %	
		Мв	Мн	измеренное значение	пределы допускаемой погрешности
80 кГц	10				±5
	30				
	90				
1 МГц	10				±5
	30				
	90				
17 МГц	10				±5
	30				
	90				

(соотв., не соотв.)

Таблица А.12

Несущая частота	Коэффициент АМ	Модулирующая частота, кГц	Измеренное значение коэффициента АМ, %		Погрешность установки коэффициента АМ, %	
			Мв	Мн	измеренная	допускаемая
1 МГц	30 %	0,03			±5	
		1				
		10				

(соотв., не соотв.)

## А.4.9 Определение коэффициента гармоник огибающей АМ (4.4.9)

Таблица А.13

Несущая частота	Коэффициент АМ	Измеренное значение коэффициента гармоник огибающей АМ, %	Допускаемое значение коэффициента гармоник огибающей АМ, %, не более
80 кГц	90 %		±5
1 МГц			
17 МГц			

(соотв., не соотв.)

## А.4.10 (Только для Г4-221/1) Определение максимального напряжения и погрешности установки напряжения сигнала синусоидальной формы повышенной амплитуды (4.4.10)

Таблица А.14

Максимальное значение выходного напряжения сигнала синусоидальной формы повышенной амплитуды, В	Допускаемое значение выходного напряжения сигнала синусоидальной формы повышенной амплитуды, В, не менее
	30

(соотв., не соотв.)

Таблица А.15

Поверяемое значение сигнала синусоидальной формы повышенной амплитуды, В	Частота	Показание внутреннего вольтметра, В	Показание прибора ВЗ-39, В	Погрешность, В	Допускаемое значение погрешности, В, не более
30 ±0,3	10 Гц				±2,0
	1 кГц				
	1 МГц				
15 ±0,3	10 Гц				±1,25
	1 кГц				
	1 МГц				
3 ±0,3	10 Гц				±0,65
	1 кГц				
	1 МГц				

(соотв., не соотв.)

А.4.11 (Только для Г4-221/1) Определение коэффициента гармоник сигнала синусоидальной формы повышенной амплитуды (4.4.11)

Таблица А.16

Частота	Измеренное значение коэффициента гармоник, %	Допускаемое значение коэффициента гармоник, %, не более
10 Гц		0,3
1 кГц		0,2
10 кГц		
120 кГц		
1 МГц		1

(соотв., не соотв.)

А.4.12 (Только для Г4-221/1) Определение максимального размаха и погрешности установки размаха сигнала прямоугольной формы повышенной амплитуды (4.4.12)

Таблица А.17

Максимальный размах сигнала прямоугольной формы повышенной амплитуды, В	Допускаемое значение размаха сигнала прямоугольной формы повышенной амплитуды, В, не менее
	80

Таблица А.18

Поверяемое значение размаха сигнала прямоугольной формы повышенной амплитуды, В	Частота	Показание внутреннего вольтметра, В	Показание осциллографа С8-53/1, В	Погрешность, В	Допускаемое значение погрешности, В, не более
80 ±0,5	10 Гц				±8,5
40 ±0,5					±4,5
8 ±0,5					±1,3
80 ±0,5	1 кГц				±8,5
40 ±0,5					±4,5
8 ±0,5					±1,3
80 ±0,5	100 кГц				±8,5
40 ±0,5					±4,5
8 ±0,5					±1,3
50 ±0,5	1 МГц				±10,5
20 ±0,5					±4,5
8 ±0,5					±2,1

(соотв., не соотв.)

Результаты поверки \_\_\_\_\_

Поверитель \_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_ (расшифровка подписи)

Дата поверки \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.  
(число, месяц, год)