

СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель генерального
директора по развитию
ОАО «МНИПИ»

О.Ю. Скребцов

2021



УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель директора -
руководитель Центра эталонов,
поверки и калибровки БелГИМ

А.С. Вольнец

2021



Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь

ГЕНЕРАТОРЫ СИГНАЛОВ НИЗКОЧАСТОТНЫЕ

ГЗ-132

Методика поверки

УШЯИ.468782.017 МП

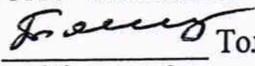
МРБ МП. 3193-2021

Разработчик:

Начальник отдела
ОАО «МНИПИ»

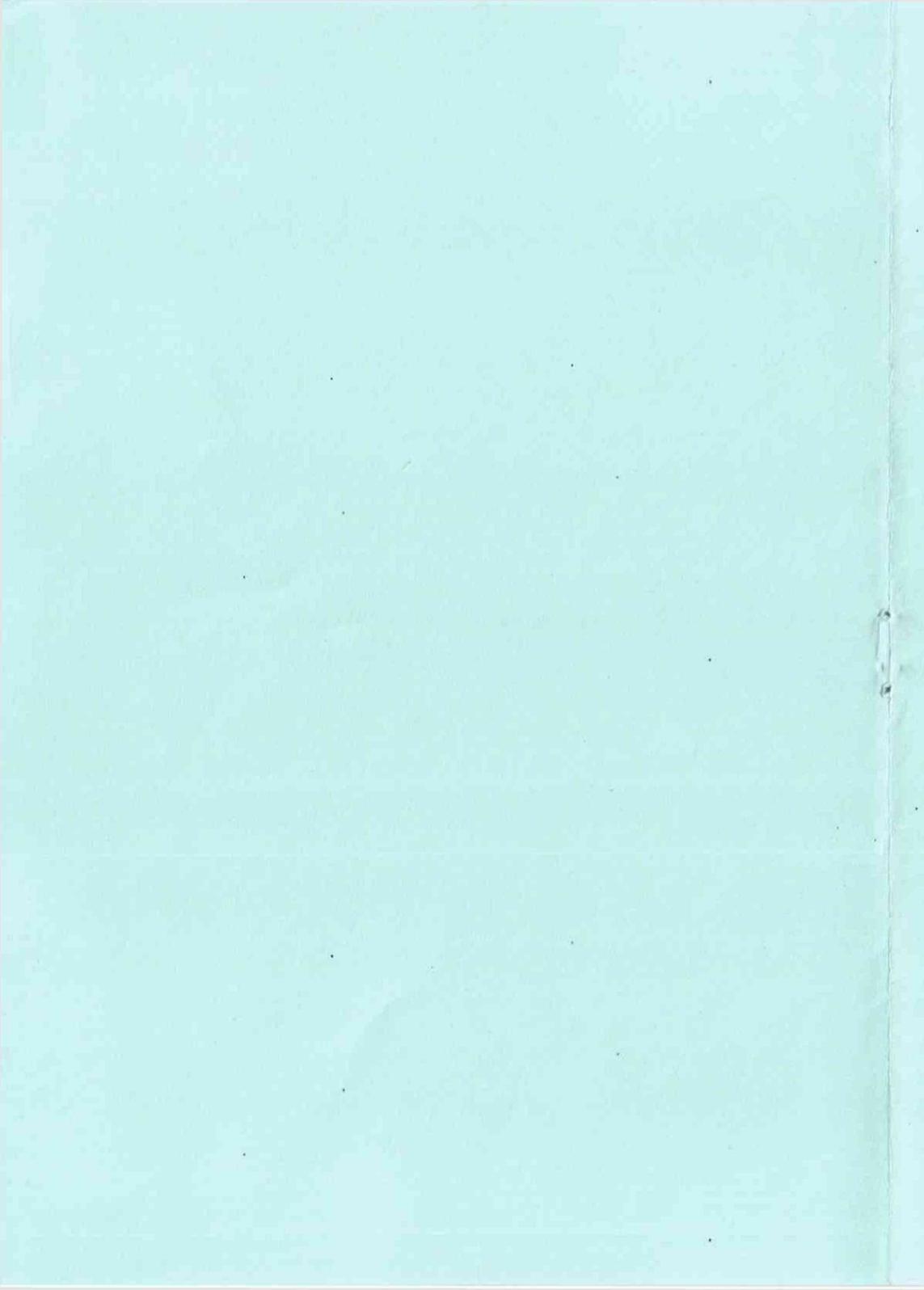
 Бахур В.Н.
« 21 » 12 2021

Начальник ОТДиС
ОАО «МНИПИ»

 Толстый И.Н.
« 21 » 12 2021

293 917 21.03.22





РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ

ОАО "МНИПИ"



ГЕНЕРАТОРЫ СИГНАЛОВ

НИЗКОЧАСТОТНЫЕ

ГЗ-132

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ



ЕАС

ГЕНЕРАТОРЫ СИГНАЛОВ НИЗКОЧАСТОТНЫЕ

ГЗ-132

Методика поверки

МРБ МП.3193-2021

УШЯИ.468782.017 МП

Настоящая методика поверки (далее – МП) распространяется на генераторы сигналов низкочастотные ГЗ-132 (далее – генераторы), выпускаемые по [1], производства ОАО «МНИПИ» и устанавливает методы и средства поверки.

Генераторы предназначены для формирования сигналов синусоидальной и прямоугольной (ТТЛ) форм.

Обязательные метрологические требования к характеристикам генераторов приведены в приложении А.

Настоящая МП разработана в соответствии с требованиями [2], [3].

1 Нормативные ссылки

В настоящей МП использованы ссылки на следующие технические нормативные правовые акты в области технического нормирования и стандартизации (далее – ТНПА):

ТКП 181-2009 Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей;

ГОСТ ИЕС 61010-1-2014 Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования. Часть 1. Общие требования.

Примечание – При пользовании настоящей МП целесообразно проверить действие ссылочных ТНПА на официальном сайте Национального фонда ТНПА в глобальной компьютерной сети Интернет.

Если ссылочные ТНПА заменены (изменены), то при пользовании настоящей МП следует руководствоваться действующими взамен ТНПА. Если ссылочные ТНПА отменены без замены, то положение, в котором дана ссылка на них, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

2 Операции поверки

При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	последующей поверке
1 Внешний осмотр	7.1	Да	Да
2 Проверка электрической прочности изоляции	7.2	Да	Нет
3 Опробование	7.3	Да	Да
4 Подтверждение соответствия программного обеспечения	7.4	Да	Нет
5 Определение метрологических характеристик	7.5		
5.1 Определение погрешности установки частоты	7.5.1	Да	Да
5.2 Определение нестабильности частоты	7.5.2	Да	Да
5.3 Определение максимального среднеквадратического значения напряжения сигнала синусоидальной формы	7.5.3	Да	Да
5.4 Определение абсолютной погрешности установки среднеквадратического значения напряжения сигнала синусоидальной формы	7.5.4	Да	Да

Библиография

- [1] ТУ ВУ 100039847.176-2021 Генератор сигналов низкочастотный ГЗ-132. Технические условия
- [2] Правила осуществления метрологической оценки для утверждения типа средств измерений и стандартных образцов, утвержденные постановлением Госстандарта от 20 апреля 2021 г. № 38
- [3] Правила осуществления метрологической оценки в виде работ по государственной поверке средств измерений, утвержденные постановлением Госстандарта от 21 апреля 2021 г. № 40
- [4] УШЯИ.468782.017 РЭ Генератор сигналов низкочастотный ГЗ-132. Руководство по эксплуатации

Продолжение таблицы 2.1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	последующей поверке
5.5 Определение составляющей погрешности установки среднеквадратического значения напряжения сигнала синусоидальной формы в диапазонах от 18 до 176 мВ и от 2 до 17 мВ по отношению к диапазону напряжений от 177 мВ до 1,85 В	7.5.5	Да	Да
5.6 Определение неравномерности уровня сигнала синусоидальной формы относительно уровня на частоте 1 кГц	7.5.6	Да	Да
5.7 Определение коэффициента гармоник сигнала синусоидальной формы	7.5.7	Да	Да
5.8 Определение параметров сигнала прямоугольной (ТТЛ) формы	7.5.8	Да	Да
<i>Примечание</i> – Если при проведении той или иной операции поверки получают отрицательный результат, дальнейшую поверку прекращают.			

3 Средства поверки

При проведении поверки применяют средства поверки, указанные в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) эталонов и вспомогательных средств поверки, их метрологические и основные технические характеристики
7.2	Установка высоковольтная измерительная (испытательная) УПУ-21: - диапазон воспроизведения выходного напряжения переменного тока от 0 до 3 кВ; - пределы допускаемой приведенной погрешности установки выходного напряжения переменного тока $\pm 4\%$
7.3, 7.5.8	Осциллограф цифровой С8-53/1: - диапазон АЧХ от 0 до 100 МГц; - коэффициент развертки от 2 нс/дел до 10 с/дел; - пределы допускаемой основной погрешности измерения напряжения $\pm 2,5\%$
7.5.1, 7.5.2	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-81/1: - диапазон частот от 10 Гц до 200 МГц; - диапазон измерения периода от 1 мкс до 10^4 с; - пределы допускаемой относительной погрешности по частоте встроенного опорного генератора $\pm 1 \cdot 10^{-7}$ (за 12 мес)

Продолжение таблицы 3.1

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) эталонов и вспомогательных средств поверки, их метрологические и основные технические характеристики
7.5.3-7.5.5	Милливольтметр цифровой широкополосный В3-59: - диапазон частот от 10 Гц до 100 МГц; - диапазон измеряемых напряжений от 0,265 мВ до 300 В; - пределы допускаемой основной погрешности измерения напряжения на частотах: от 10 до 45 Гц – ± 1 %; от 45 Гц до 100 кГц – от $\pm 0,4$ % до $\pm 1,8$ %; от 100 кГц до 2 МГц – от ± 1 % до ± 6 %
7.5.6	Вольтметр универсальный цифровой быстродействующий В7-43: - пределы допускаемой основной погрешности измерения напряжения периодического сигнала произвольной формы в диапазоне частот от 0,01 до 20 Гц на пределе 1 В – от $\pm 0,5$ % до $\pm 1,4$ %; - наличие программ, обеспечивающих математическую обработку при измерении мгновенных значений сигнала Вольтметр переменного тока диодный компенсационный В3-49: - диапазон частот от 20 Гц до 10 МГц; - диапазон измеряемых напряжений от 10 мВ до 100 В; - пределы допускаемой основной погрешности измерения напряжения в диапазоне от 1 до 10 В – от $\pm 0,28$ до $\pm 0,208$ %
7.5.7	Измеритель нелинейных искажений СК6-13: - диапазон частот от 10 Гц до 120 кГц; - диапазон измеряемых коэффициентов гармоник от 0,003 % до 100 % Микровольтметр селективный В6-10: - диапазон частот от 0,1 до 30 МГц; - диапазон измеряемых напряжений от 1 мкВ до 1 В; - пределы допускаемой основной приведенной погрешности измеряемого напряжения от ± 6 % до ± 15 %
7.5.8	Источник питания постоянного тока Б5-78/7: - выходное напряжение от 0 до 50 В; - выходной ток от 0 до 2,5 А; - основная абсолютная погрешность установки выходного напряжения $\pm 0,3$ В Резистор С2-33-0,125-300 Ом ± 5 %-А-Г-В
	Вспомогательные средства поверки Гигрометр-термометр ГТЦ-1: - диапазон измерений относительной влажности от 10 % до 100 %; - пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений относительной влажности ± 3 %; - диапазон измерений температуры от минус 30 °С до плюс 60 °С; - пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры $\pm 0,5$ °С. Барометр-анероид метеорологический БАММ-1: - диапазон измеряемого давления от 80 до 106 кПа; - пределы допускаемой основной погрешности измеряемого давления $\pm 0,2$ кПа
Примечания	1 Допускается применять другие средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью. 2 Все средства измерений должны иметь действующие клейма и (или) свидетельства о поверке.

Б.5.8 Определение параметров сигнала прямоугольной (ТТЛ) формы

Результаты измерений и оценка параметров сигнала прямоугольной (ТТЛ) формы приведены в таблице Б.9.

Таблица Б.9

Установленная частота	Наименование параметра сигнала	Величина параметра	
		измеренная	допускаемая
2 МГц	Длительность фронта $\tau_{\text{ф}}$		100 нс, не более
	Длительность среза $\tau_{\text{ср}}$		
1 кГц	Напряжение высокого уровня		2,4 В, не менее
	Напряжение низкого уровня		0,4 В, не более

Заключение: _____
соответствует/ не соответствует

Свидетельство (заключение о непригодности) № _____

Поверитель _____
подпись _____ расшифровка подписи _____

Б.5.6 Определение неравномерности уровня сигнала синусоидальной формы относительно уровня на частоте 1 кГц

Результаты измерений и оценка неравномерности уровня сигнала синусоидальной формы относительно уровня на частоте 1 кГц приведены в таблице Б.7.

Таблица Б.7

Диапазон частот	Измеренное среднеквадратическое значение напряжения сигнала при максимальном отклонении от значения на частоте 1 кГц, В	Рассчитанное значение неравномерности уровня сигнала относительно уровня на частоте 1 кГц, %	Допускаемое значение неравномерности, %
От 0,1 до 10 Гц			±5
Свыше 10 Гц до 1 МГц			±2
Свыше 1 до 10 МГц			±10

Измеренное среднеквадратическое значение напряжения сигнала на частоте 1 кГц, U_m _____ В;

Б.5.7 Определение коэффициента гармоник сигнала синусоидальной формы

Результаты измерений и оценка коэффициента гармоник сигнала синусоидальной формы приведены в таблице Б.8.

Таблица Б.8

Установленная частота	Измеренное значение коэффициента гармоник, %	Допускаемое значение коэффициента гармоник, %, не более
10 Гц		0,2
100 Гц		
1 кГц		0,07
10 кГц		
100 кГц		0,2
1 МГц		1
10 МГц		4

4 Требования к квалификации поверителей

К проведению измерений при поверке и (или) обработке результатов измерений допускают лиц, имеющих необходимую квалификацию в области обеспечения единства измерений.

5 Требования безопасности

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, указанные в ТКП 181, а также меры безопасности, изложенные в эксплуатационных документах (далее – ЭД) на средства поверки и поверяемый генератор [4].

5.2 Перед проведением операций поверки средства измерений, подлежащие заземлению, должны быть надежно заземлены. Подсоединение зажимов защитного заземления к контуру заземления должно быть проведено ранее других соединений, а отсоединение – после всех отсоединений.

6 Условия поверки и подготовка к ней

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура воздуха в помещении $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$;
- относительная влажность воздуха от 30 % до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа (от 630 до 795 мм рт. ст.);
- напряжение питающей сети частотой 50 Гц $(230,0 \pm 4,6) \text{ В}$.

6.2 Перед проведением поверки генератор выдержать в условиях, установленных в 6.1, не менее 4 ч.

6.3 При подготовке к поверке генератора должны быть выполнены подготовительные работы, указанные в [4].

6.4 Генератор обеспечивает свои технические характеристики через 15 мин после его включения.

6.5 Средства поверки выдерживают в условиях, установленных для проведения поверки, и подготавливают к работе в соответствии с ЭД.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

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

- комплектность генератора согласно таблице 1.1 [4];
- наличие и прочность крепления органов управления и коммутации, четкость фиксации их положения;
- наличие вставок плавких;
- отсутствие механических повреждений и следов коррозии;
- исправность гнезд;
- четкость маркировки.

7.1.2 Генератор, не соответствующий указанным в 7.1.1 требованиям, признается непригодным к применению и к дальнейшей поверке не допускается.

7.2 Проверка электрической прочности изоляции

Проверку электрической прочности изоляции проводят в нормальных условиях применения по ГОСТ IEC 61010-1 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);

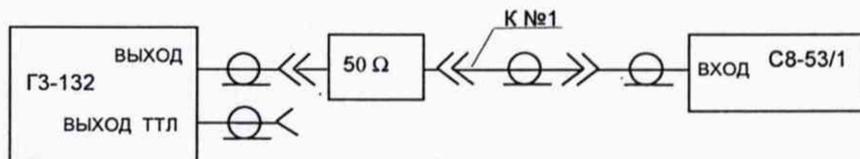
- увеличивают испытательное напряжение до значения 1,5 кВ плавно или равномерно ступенями за время от 5 до 10 с. Изоляция должна находиться под полным испытательным напряжением в течение не менее 2 с.

Результаты проверки считают положительными, если при испытании прочности изоляции не произошло пробоя или поверхностного перекрытия. Появление «коронного» разряда или предшествующего ему шума не является признаком неудовлетворительных результатов испытаний.

7.3 Опробование

7.3.1 Опробование проводят в следующей последовательности:

- собирают схему в соответствии с рисунком 1;



- ГЗ-132 – генератор сигналов низкочастотный;
- С8-53/1 – осциллограф цифровой;
- 50 Ω – нагрузка 50 Ом из комплекта генератора;
- К №1 – кабель №1 из комплекта генератора.

Рисунок 1 – Схема подключения приборов при опробовании генератора

- на генераторе устанавливают частоту 1 кГц и среднеквадратическое значение напряжения 1 В в режиме работы с нагрузкой;

- на экране осциллографа С8-53/1 наблюдают сигнал синусоидальной формы частотой 1 кГц;

- перестраивают частоту сигнала и наблюдают за ее изменением;

- перестраивают уровень сигнала и наблюдают за изменением его амплитуды;

- устанавливают среднеквадратические значения напряжений выходных сигналов 100 и 10 мВ. Наблюдают на индикаторе генератора сообщение о включении ослаблений 20 и 40 дБ, соответственно;

- последовательно увеличивая или уменьшая шаг изменения частоты проверяют формирование сигнала синусоидальной формы на частотах 0,1; 1; 100 Гц; 10; 100 кГц; 1; 10 МГц, визуально фиксируя наличие сигнала синусоидальной формы на экране осциллографа С8-53/1 на указанных выше частотах;

- подключают кабель №1 к гнезду ВЫХОД ТТЛ;

- на генераторе последовательно устанавливают частоты 1 и 2 МГц;

- на экране осциллографа С8-53/1 наблюдают сигналы прямоугольной (ТТЛ) формы частотой 1 и 2 МГц.

Б.5.4 Определение абсолютной погрешности установки среднеквадратического значения напряжения сигнала синусоидальной формы

Результаты измерений и оценка абсолютной погрешности установки среднеквадратического значения напряжения сигнала синусоидальной формы приведены в таблице Б.5.

Таблица Б.5

Режим работы	Установленное среднеквадратическое значение напряжения, В	Измеренное среднеквадратическое значение напряжения, В	Пределы допускаемых среднеквадратических значений напряжения, В
С нагрузкой 50 Ом из комплекта ГЗ-132	1,85		от 1,785 до 1,915
	1,0		от 0,960 до 1,040
	0,5		от 0,475 до 0,525
	0,2		от 0,184 до 0,216
Без нагрузки	0,177		от 0,162 до 0,192
	3,70		от 3,579 до 3,821
	2,0		от 1,930 до 2,070
	1,0		от 0,960 до 1,040
	0,5		от 0,475 до 0,525
	0,354		от 0,333 до 0,375

Б.5.5 Определение составляющей погрешности установки среднеквадратического значения напряжения сигнала синусоидальной формы в диапазонах от 18 до 176 мВ и от 2 до 17 мВ по отношению к диапазону напряжений от 177 мВ до 1,85 В

Результаты измерений и оценка составляющей погрешности установки среднеквадратического значения напряжения сигнала синусоидальной формы в диапазонах от 18 до 176 мВ и от 2 до 17 мВ по отношению к диапазону напряжений от 177 мВ до 1,85 В приведены в таблице Б.6.

Таблица Б.6

Частота	0 дБ		Ослабление 20 дБ		Ослабление 40 дБ		
	U_0 , В	U_{20} , В	Составляющая погрешности, %	Пределы допускаемых значений составляющей погрешности, %	U_{40} , В	Составляющая погрешности, %	Пределы допускаемых значений составляющей погрешности, %
1 кГц				±5			±5
10 МГц				±20			±20

Б.5 Определение метрологических характеристик

Б.5.1 Определение погрешности установки частоты

Результаты измерений и оценка погрешности установки частоты приведены в таблице Б.2.

Таблица Б.2

Установленная частота	Измеренное значение частоты (периода)	Пределы допускаемых значений частоты (периода)
0,1 Гц		от 9998,0 до 10002,0 мс
10 Гц		от 99,980 до 100,020 мс
1 кГц		от 999,80 до 1000,20 мкс
20 кГц		от 19,9960 до 20,0040 кГц
100 кГц		от 99,980 до 100,020 кГц
10 МГц		от 9998,0 до 10002,0 кГц

Б.5.2 Определение нестабильности частоты

Результаты измерений и оценка нестабильности частоты приведены в таблице Б.3.

Таблица Б.3

Значение частоты $f_{изм}$, кГц	
Минимальное значение частоты, измеренное за 15 мин работы f_{min} , кГц	
Максимальное значение частоты, измеренное за 15 мин работы f_{max} , кГц	
Рассчитанное значение нестабильности частоты, %	
Допускаемое значение нестабильности частоты, %, не более	0,01

Б.5.3 Определение максимального среднеквадратического значения напряжения сигнала синусоидальной формы

Результаты измерений и оценка максимального среднеквадратического значения напряжения сигнала синусоидальной формы приведены в таблице Б.4.

Таблица Б.4

Установленная частота сигнала, кГц	Измеренное среднеквадратическое значение напряжения сигнала на нагрузке 50 Ом, В	Допускаемое среднеквадратическое значение напряжения сигнала на нагрузке 50 Ом, В, не менее	Измеренное среднеквадратическое значение напряжения сигнала без нагрузки, В	Допускаемое среднеквадратическое значение напряжения сигнала без нагрузки, В, не менее
1		1,77		3,54

Результаты опробования считают положительными, если формируемые генератором сигналы, наблюдаемые на экране осциллографа С8-53/1, перестраиваются по частоте, а сигналы синусоидальной формы плавно и ступенчато изменяются по амплитуде.

7.4 Подтверждение соответствия ПО

7.4.1 Идентификационные данные (признаки) метрологически значимой части ПО приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Идентификационные данные метрологически значимой части ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
	Встроенное ПО	Автономное ПО
Идентификационное наименование ПО	–	отсутствует
Номер версии (идентификационный номер ПО)	V1.01	
Цифровой идентификатор	Недоступен	

7.4.2 Для подтверждения соответствия версии встроенного ПО требуемому номеру версии по 7.4.1 сличают выводимую на индикатор генератора информацию в момент включения с данными таблицы 7.1.

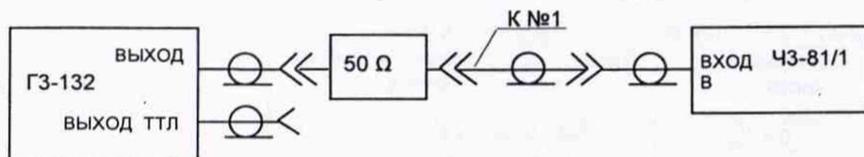
Результаты подтверждения соответствия ПО считают положительными, если номер версии встроенного ПО соответствует данным таблицы 7.1.

7.5 Определение метрологических характеристик

7.5.1 Определение относительной погрешности установки частоты

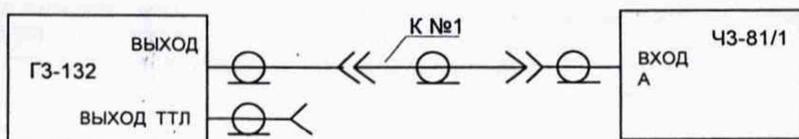
Определение относительной погрешности установки частоты проводят на частотах 0,1; 10 Гц; 1; 20; 100 кГц; 10 МГц в следующей последовательности:

- собирают схемы в соответствии с рисунками 2 и 3;



- ГЗ-132 – генератор сигналов низкочастотный;
- ЧЗ-81/1 – частотомер электронно-счетный;
- 50 Ω – нагрузка 50 Ом из комплекта генератора;
- К №1 – кабель №1 из комплекта генератора.

Рисунок 2 – Схема подключения приборов для определения погрешности установки частоты в диапазоне от 0,1 Гц до 1 кГц



- ГЗ-132 – генератор сигналов низкочастотный;
 ЧЗ-81/1 – частотомер электронно-счетный;
 К №1 – кабель №1 из комплекта генератора.

Рисунок 3 – Схема подключения приборов для определения погрешности установки частоты в диапазоне от 20 кГц до 10 МГц и определения нестабильности частоты генератора после установления рабочего режима

- при измерении частоты в диапазоне от 0,1 Гц до 1 кГц частотомер ЧЗ-81/1 готовят к работе в режиме измерения периода, а при измерении в диапазоне от 20 кГц до 10 МГц – в режиме измерения частоты;

- на генераторе устанавливают частоту 0,1 Гц и среднеквадратическое значение напряжения 1,5 В в режиме работы с нагрузкой;

- на частотомере ЧЗ-81/1 по входу «В» устанавливают делитель «1:1» и измеряют период генерируемого сигнала $T_{изм}$. Результат измерения $T_{изм}$ заносят в протокол по форме, приведенной в приложении Б.

Аналогично проводят измерение периода генерируемых сигналов частотой 10 Гц и 1 кГц;

- на частотомере ЧЗ-81/1 по входу «А» устанавливают делитель «1:10», сопротивление входа 50 Ом при нажатой кнопке НЧ, и измеряют частоту генерируемого сигнала $f_{изм}$ при установке частот 20; 100 кГц; 10 МГц. Результаты измерений $f_{изм}$ заносят в протокол.

Таблица 7.2 – Погрешность установки частоты

Поверяемая частота	Пределы допускаемых значений частоты (периода)
0,1 Гц	от 9998,0 до 10002,0 мс
10 Гц	от 99,980 до 100,020 мс
1 кГц	от 999,80 до 1000,20 мкс
20 кГц	от 19,9960 до 20,0040 кГц
100 кГц	от 99,980 до 100,020 кГц
10 МГц	от 9998,0 до 10002,0 кГц

Результаты поверки считают положительными, если измеренное значение частоты (периода) находится в пределах допускаемых значений, указанных в таблице 7.2 (относительная погрешность установки частоты не превышает $\pm 0,02\%$).

7.5.2 Определение нестабильности частоты

Определение нестабильности частоты генератора после установления рабочего режима за 15 мин непрерывной работы проводят в следующей последовательности:

- собирают схему в соответствии с рисунком 3;

- на генераторе устанавливают частоту 20 кГц и среднеквадратическое значение напряжения 1,5 В в режиме работы с нагрузкой;

Приложение Б
(рекомендуемое)
Форма протокола поверки

_____ наименование организации, проводящей поверку _____

ПРОТОКОЛ № _____ - _____

поверки генератора сигналов низкочастотного ГЗ-132, № _____

принадлежащего _____
наименование организации

Изготовитель ОАО «МНИПИ»

Дата проведения поверки _____
с ... по ...

Поверка проводится по методике МРБ МП.3193 -2021

Средства поверки

Таблица Б.1

Наименование средства измерений, тип	Заводской номер

Условия поверки:

- температура окружающего воздуха, °C _____
- относительная влажность воздуха, % _____
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) _____
- напряжение питающей сети частотой 50 Гц, В _____

Результаты поверки

Б.1 Внешний осмотр _____
соответствует/ не соответствует

Б.2 Электрическая прочность изоляции _____
соответствует/ не соответствует

Б.3 Опробование _____
соответствует/ не соответствует

Б.4 Подтверждение соответствия программного обеспечения

_____ соответствует/ не соответствует

Продолжение таблицы А.1

Наименование, единица величины	Значение
Коэффициент гармоник сигнала синусоидальной формы, %, не более, в диапазоне частот: от 10 до 100 Гц от 100,01 Гц до 20 кГц от 20,001 до 120 кГц от 120,01 кГц до 1 МГц от 1,0001 до 10 МГц	0,2 0,07 0,2 1 4
Сигнал прямоугольной (ТТЛ) формы при подключенной внешней нагрузке (300 ± 15) Ом и подключенной параллельно ей емкости, не превышающей 100 пФ, имеет следующие параметры: длительность фронта и среза нс, не более напряжение высокого уровня, В, не менее напряжение низкого уровня, В, не более	100 2,4 0,4

- на частотомере ЧЗ-81/1 по входу «А» устанавливают делитель «1:10», сопротивление входа 50 Ом при нажатой кнопке НЧ, и измеряют частоту генерируемого сигнала $f_{изм}$. Каждые 3 мин в течение 15 мин фиксируют показания. Заносят в протокол максимальное f_{max} и минимальное f_{min} значения частоты из пяти показаний.

Значение нестабильности частоты генератора δ_f , %, определяют по формуле

$$\delta_f = \frac{f_{max} - f_{min}}{f_{изм}} \cdot 100, \quad (7.1)$$

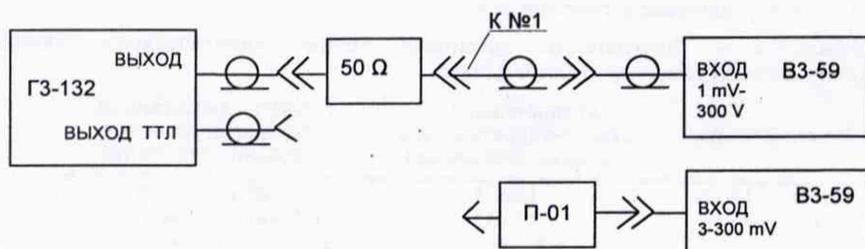
где f_{max} – максимальное измеренное значение частоты в течение 15 мин, кГц;
 f_{min} – минимальное измеренное значение частоты в течение 15 мин, кГц;
 $f_{изм}$ – измеренное значение частоты в начале 15-минутного интервала, кГц.

Результаты поверки считают положительными, если значение нестабильности частоты генератора не превышает 0,01 %.

7.5.3 Определение максимального среднеквадратического значения напряжения сигнала синусоидальной формы

Определение максимального среднеквадратического значения напряжения сигнала синусоидальной формы проводят в следующей последовательности:

- собирают схему в соответствии с рисунком 4;



- ГЗ-132 – генератор сигналов низкочастотный;
- ВЗ-59 – милливольтметр цифровой широкополосный;
- 50 Ом – нагрузка 50 Ом из комплекта генератора;
- К №1 – кабель №1 из комплекта генератора;
- П-01 – переход П-01 из комплекта генератора.

Рисунок 4 – Схема подключения приборов для определения максимального среднеквадратического значения напряжения сигнала синусоидальной формы; определения абсолютной погрешности установки среднеквадратического значения напряжения сигнала синусоидальной формы, определения составляющей погрешности установки среднеквадратического значения напряжения сигнала синусоидальной формы в диапазонах от 18 до 176 мВ и от 2 до 17 мВ по отношению к диапазону напряжений от 177 мВ до 1,85 В на частоте 1 кГц; определения неравномерности уровня сигнала синусоидальной формы относительно уровня на частоте 1 кГц

- на генераторе устанавливают частоту 1 кГц и среднеквадратическое значение напряжения 1,85 В в режиме работы с нагрузкой;

- измеряют среднеквадратическое значение напряжения на нагрузке с помощью милливольтметра ВЗ-59. Результат измерения заносят в протокол;
- нагрузку 50 Ом исключают из схемы подключения и выключают режим работы с нагрузкой;
- измеряют среднеквадратическое значение напряжения сигнала на выходе генератора, Результат измерения заносят в протокол.

Результаты поверки считают положительными, если генератор обеспечивает среднеквадратическое значение напряжения не менее 1,77 В на нагрузке 50 Ом и не менее 3,54 В – без нагрузки.

7.5.4 Определение абсолютной погрешности установки среднеквадратического значения напряжения сигнала синусоидальной формы

Определение абсолютной погрешности установки среднеквадратического значения напряжения сигнала синусоидальной формы проводят на частоте 1 кГц в следующей последовательности:

- собирают схему в соответствии с рисунком 4;
- на генераторе устанавливают частоту 1 кГц и среднеквадратическое значение напряжения 1,85 В в режиме работы с нагрузкой;
- милливольтметром ВЗ-59 измеряют среднеквадратическое значение напряжения на нагрузке 50 Ом. Результат измерения заносят в протокол;
- аналогичным образом измеряют среднеквадратическое значение напряжения в других точках, указанных в таблице 7.3;

Таблица 7.3 – Погрешность установки среднеквадратического значения напряжения сигнала синусоидальной формы

Режим работы	Установленное среднеквадратическое значение напряжения	Пределы допускаемых среднеквадратических значений напряжения
С нагрузкой 50 Ом из комплекта ГЗ-132	1,85 В	от 1,785 до 1,915 В
	1,0 В	от 0,960 до 1,040 В
	500 мВ	от 475 до 525 мВ
	200 мВ	от 184 до 216 мВ
	177 мВ	от 162 до 192 мВ
Без нагрузки	3,70 В	от 3,579 до 3,821 В
	2,0 В	от 1,930 до 2,070 В
	1,0 В	от 0,960 до 1,040 В
	500 мВ	от 475 до 525 мВ
	354 мВ	от 333 до 375 мВ

- нагрузку 50 Ом исключают из схемы подключения и выключают режим работы с нагрузкой;
- измеряют среднеквадратические значения напряжений на выходе генератора в соответствии с данными таблицы 7.3, режим работы без нагрузки. Результаты измерений заносят в протокол.

Результаты поверки считают положительными, если измеренные среднеквадратические значения напряжений находятся в пределах допускаемых значений, указанных в таблице 7.3.

**Приложение А
(справочное)**

Обязательные метрологические требования к характеристикам генератора

Обязательные метрологические требования к характеристикам генератора приведены в таблице А.1.

Таблица А.1

Наименование, единица величины	Значение
Диапазон частот сигналов: синусоидальной формы, Гц прямоугольной (ТТЛ) формы, Гц	от 0,1 до 10 000 000 от 0,1 до 2 000 000
Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты, %	±0,02
Нестабильность частоты генератора по истечении времени установления рабочего режима за 15 мин непрерывной работы, %, не более	0,01
Максимальное среднеквадратическое значение напряжения сигнала синусоидальной формы: на нагрузку 50 Ом, В, не менее без нагрузки, В, не менее	1,77 (амплитуда не менее 2,5 В) 3,54 (амплитуда не менее 5 В)
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки среднеквадратического значения напряжения сигнала синусоидальной формы на частоте 1 кГц в диапазоне напряжений от 354 мВ до 3,7 В без нагрузки и в диапазоне напряжений от 177 мВ до 1,85 В и – с нагрузкой 50 Ом, В	±(0,03U + 0,01), где U – установленное среднеквадратическое значение напряжения сигнала, В
Диапазон частот сигналов: синусоидальной формы, Гц прямоугольной (ТТЛ) формы, Гц	от 0,1 до 10 000 000 от 0,1 до 2 000 000
Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты, %	±0,02
Неравномерность уровня сигнала синусоидальной формы относительно уровня на частоте 1 кГц при подключенной внешней нагрузке 50 Ом и подключенной параллельно ей емкости, не превышающей 100 пФ, %, не более, в диапазоне частот: от 0,1 до 10 Гц от 10,001 Гц до 1 МГц от 1,0001 до 10 МГц	±5 ±2 ±10
Пределы допускаемой составляющей погрешности установки среднеквадратического значения напряжения сигнала в диапазонах от 18 до 176 мВ и от 2 до 17 мВ, возникающей за счет включения ослаблений 20 и 40 дБ, соответственно, по отношению к диапазону напряжений от 177 мВ до 1,85 В, %, для частот: от 10 Гц до 1 МГц от 1,0001 до 10 МГц	±5 ±20

8 Оформление результатов поверки

8.1 Результаты поверки заносят в протокол, рекомендуемая форма которого приведена в приложении Б.

8.2 При положительных результатах поверки генератора на него и (или) эксплуатационную документацию [4] наносят знак поверки и (или) выдают свидетельство о поверке по форме, установленной [3] и (или) техническими нормативными правовыми актами в области технического нормирования и стандартизации по вопросам обеспечения единства измерений.

8.3 При отрицательных результатах первичной поверки генератора выдают заключение о непригодности по форме согласно приложению 3 [3].

8.4 При отрицательных результатах последующей поверки генератора ранее нанесенный знак поверки подлежит уничтожению путем приведения его в состояние, непригодное для дальнейшего применения, предыдущее свидетельство прекращает свое действие, и выдают заключение о непригодности по форме, установленной [3] и (или) техническими нормативными правовыми актами в области технического нормирования и стандартизации по вопросам обеспечения единства измерений.

Генератор к применению не допускается.

7.5.5 Определение составляющей погрешности установки среднеквадратического значения напряжения сигнала синусоидальной формы в диапазонах от 18 до 176 мВ и от 2 до 17 мВ по отношению к диапазону напряжений от 177 мВ до 1,85 В

Определение составляющей погрешности установки среднеквадратического значения напряжения сигнала синусоидальной формы в диапазонах от 18 до 176 мВ и от 2 до 17 мВ, возникающей за счет включения ослаблений 20 и 40 дБ, соответственно, по отношению к диапазону напряжений от 177 мВ до 1,85 В проводят на частотах 1 кГц и 10 МГц по 7.5.5.1, 7.5.5.2.

7.5.5.1 Определение составляющей погрешности установки среднеквадратического значения напряжения сигнала синусоидальной формы в диапазонах от 18 до 176 мВ и от 2 до 17 мВ по отношению к диапазону напряжений от 177 мВ до 1,85 В на частоте 1 кГц проводят в следующей последовательности:

- собирают схему в соответствии с рисунком 4. К выходу генератора подключена нагрузка 50 Ом. Подключенной параллельно нагрузке емкостью является емкость кабеля № 1;

- на генераторе устанавливают частоту 1 кГц и среднеквадратическое значение напряжения 1,5 В в режиме работы с нагрузкой, фиксируют показание милливольтметра В3-59 (U_0). Результат измерения заносят в протокол;

- устанавливают среднеквадратические значения напряжений выходных сигналов 0,15 В и 0,015 В в режиме работы с нагрузкой, измеряют их величины и фиксируют показания милливольтметра В3-59 (U_{20} , U_{40}). Результаты измерений заносят в протокол.

Составляющую погрешности установки среднеквадратического значения напряжения сигнала синусоидальной формы δ_0 , %, в диапазонах от 18 до 176 мВ и от 2 до 17 мВ определяют по формуле

$$\delta_0 = \frac{U_0 - nU_m}{U_0} \cdot 100, \quad (7.2)$$

где U_0 – среднеквадратическое значение напряжения, измеренное милливольтметром В3-59, при отсутствии ослабления, В (сообщение «Att 0 dB» на индикаторе);

n – при автоматическом включении в приборе ослабления 20 дБ $n = 10$, что подтверждается появлением сообщения «Att -20 dB» на индикаторе;

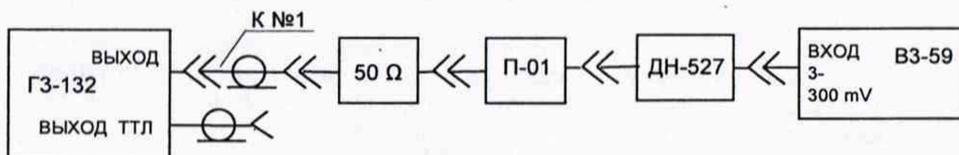
при автоматическом включении в приборе ослабления 40 дБ $n = 100$, что подтверждается появлением сообщения «Att -40 dB» на индикаторе;

U_m – среднеквадратическое значение напряжения, измеренное милливольтметром В3-59, при соответствующем ослаблении 20 или 40 дБ, В (сообщение «Att -20 dB» или «Att -40 dB», соответственно, на индикаторе).

Результаты поверки считают положительными, если составляющая погрешности установки среднеквадратического значения напряжения сигнала синусоидальной формы не превышает $\pm 5\%$ на частоте 1 кГц.

7.5.5.2 Определение составляющей погрешности установки среднеквадратического значения напряжения сигнала синусоидальной формы в диапазонах от 18 до 176 мВ и от 2 до 17 мВ по отношению к диапазону напряжений от 177 мВ до 1,85 В на частоте 10 МГц проводят в следующей последовательности:

- собирают схему в соответствии с рисунком 5. К выходу генератора подключена нагрузка 50 Ом. Подключенной параллельно нагрузке емкостью является емкость кабеля № 1;



- ГЗ-132 – генератор сигналов низкочастотный;
- ВЗ-59 – милливольтметр цифровой широкополосный;
- 50 Ом – нагрузка 50 Ом из комплекта генератора;
- К №1 – кабель №1 из комплекта генератора;
- П-01 – переход П-01 из комплекта генератора;
- ДН-527 – делитель напряжения из комплекта ВЗ-59.

Рисунок 5 – Схема подключения приборов для определения составляющей погрешности установки среднеквадратического значения напряжения сигнала синусоидальной формы в диапазонах от 18 до 176 мВ и от 2 до 17 мВ по отношению к диапазону напряжений от 177 мВ до 1,85 В на частоте 10 МГц

- на генераторе устанавливают частоту 10 МГц и среднеквадратическое значение напряжения 1,5 В в режиме работы с нагрузкой, фиксируют показание милливольтметра ВЗ-59 (U_0) с учетом коэффициента передачи 0,01 делителя напряжения ДН-527. Результат измерения заносят в протокол;

- устанавливают среднеквадратическое значение напряжения 150 мВ. ДН-527 исключают из схемы подключения (рисунок 5). Фиксируют показания милливольтметра ВЗ-59 (U_{20}). Результат измерения заносят в протокол;

- устанавливают среднеквадратическое значение напряжения 15 мВ. Фиксируют показания милливольтметра ВЗ-59 (U_{40}). Результат измерения заносят в протокол.

Составляющую погрешности установки среднеквадратического значения напряжения сигнала синусоидальной формы δ_0 , %, определяют по формуле (7.2).

Результаты поверки считают положительными, если составляющая погрешности установки среднеквадратического значения напряжения сигнала синусоидальной формы не превышает $\pm 20\%$ на частоте 10 МГц.

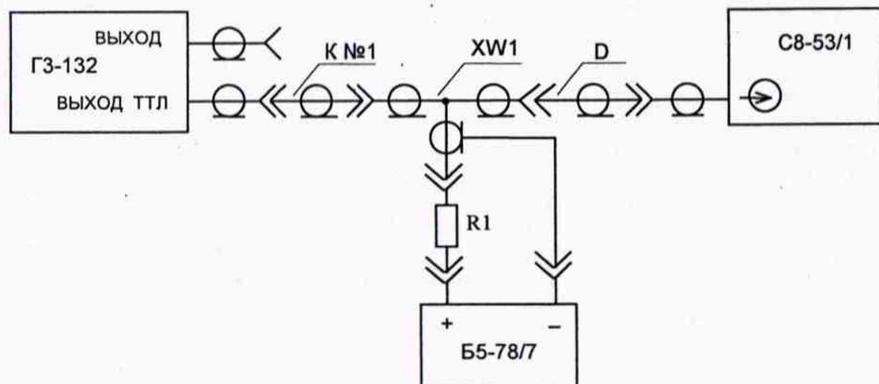
7.5.6 Определение неравномерности уровня сигнала синусоидальной формы относительно уровня на частоте 1 кГц

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

- собирают схему в соответствии с рисунком 6. К выходу генератора подключена нагрузка 50 Ом. Подключенной параллельно нагрузке емкостью является емкость кабеля №1;

- на генераторе устанавливают частоту 1 кГц и среднеквадратическое значение напряжения 1,5 В в режиме работы с нагрузкой. Фиксируют показание вольтметра ВЗ-49 (U_n). Результат измерения заносят в протокол;

Для определения напряжения низкого уровня собирают схему в соответствии с рисунком 10;



- ГЗ-132 – генератор сигналов низкочастотный;
- С8-53/1 – осциллограф цифровой;
- Б5-78/7 – источник питания постоянного тока;
- К №1 – кабель №1 из комплекта генератора;
- R1 – резистор С2-33-0,125-300 Ом $\pm 5\%$ -А-Г-В;
- XW1 – переход ВНС-Т из комплекта генератора;
- D – делитель 1:10 НР-9150 из комплекта С8-53/1.

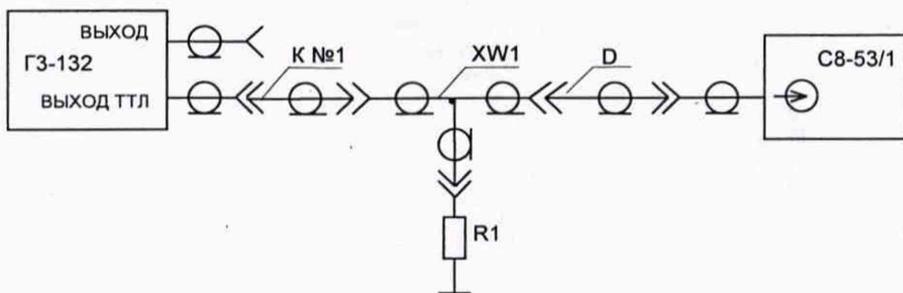
Рисунок 10 – Схема подключения приборов для определения напряжения низкого уровня

- устанавливают выходное напряжение источника питания постоянного тока Б5-78/7 равное 5 В;
- по экрану осциллографа С8-53/1 определяют напряжение низкого уровня A_0 .
- Результаты измерений заносят в протокол.

Таблица 7.5 – Параметры сигнала прямоугольной (ТТЛ) формы

Наименование параметра сигнала	Допускаемое значение параметра
Длительность фронта $\tau_{ф}$	100 нс, не более
Длительность среза $\tau_{ср}$	
Напряжение высокого уровня	2,4 В, не менее
Напряжение низкого уровня	0,4 В, не более

Результаты поверки считают положительными, если измеренные параметры не превышают допускаемых значений, указанных в таблице 7.5.



- ГЗ-132 – генератор сигналов низкочастотный;
 С8-53/1 – осциллограф цифровой;
 К №1 – кабель №1 из комплекта генератора;
 R1 – резистор С2-33-0,125-300 Ом $\pm 5\%$ -А-Г-В;
 XW1 – переход ВНС-Т из комплекта генератора;
 D – делитель 1:10 НР-9150 из комплекта С8-53/1.

Рисунок 8 – Схема подключения приборов для определения параметров сигнала прямоугольной (ТТЛ) формы

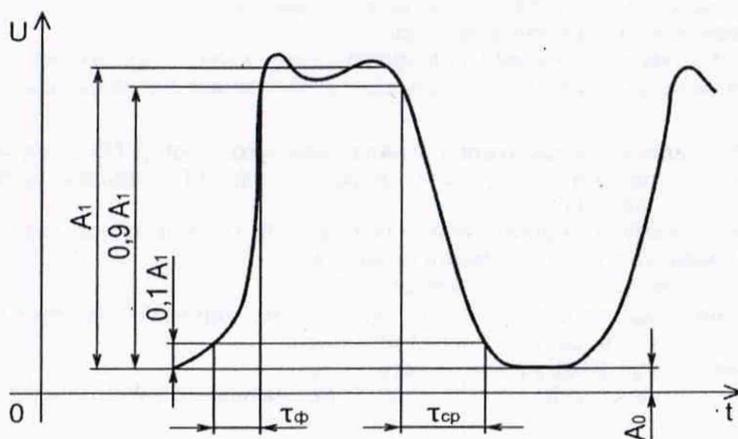
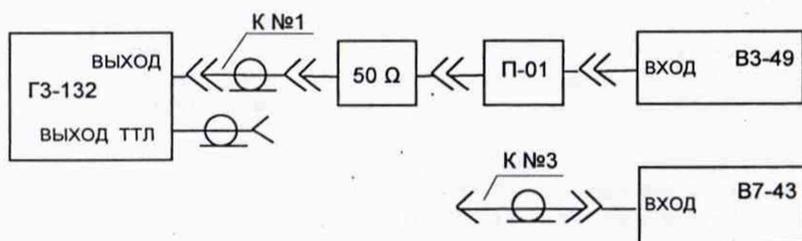


Рисунок 9 – Сигнал прямоугольной (ТТЛ) формы



- ГЗ-132 – генератор сигналов низкочастотный;
 ВЗ-49 – вольтметр переменного тока диодный компенсационный;
 В7-43 – вольтметр универсальный цифровой быстродействующий;
 50 Ω – нагрузка 50 Ом из комплекта генератора;
 К №1 – кабель №1 из комплекта генератора;
 К №3 – кабель №3 из комплекта генератора;
 П-01 – переход П-01 из комплекта генератора.

Рисунок 6 – Схема подключения приборов для определения неравномерности уровня сигнала синусоидальной формы относительно уровня на частоте 1 кГц

- перестраивают частоту сигнала от наименьшей до наибольшей в диапазонах от 20 Гц до 1 МГц и от 1,0001 до 10 МГц. Фиксируют среднеквадратическое значение напряжения U_f при его максимальном отклонении от U_m в диапазонах от 20 Гц до 1 МГц и от 1,0001 до 10 МГц. Результаты измерений заносят в протокол;

- определяют неравномерность уровня сигнала синусоидальной формы относительно уровня на частоте 1 кГц, δ_U , %, по формуле

$$\delta_U = \frac{U_f - U_m}{U_m} \cdot 100, \quad (7.3)$$

где U_f – среднеквадратическое значение напряжения, измеренное милливольтметром ВЗ-49 (или вольтметром В7-43), при его максимальном отклонении от U_m , В, в каждом частотном поддиапазоне;

U_m – среднеквадратическое значение напряжения, измеренное милливольтметром ВЗ-49, на частоте 1 кГц, В.

Не изменяя величину сигнала, установленную на частоте 1 кГц, проводят измерения и вычисления в диапазонах частот от 0,1 до 10 Гц и от 10,001 до 20 Гц. Для измерений применяют вольтметр В7-43.

Измерения проводят в следующей последовательности:

- на вольтметре В7-43 включают режим измерения «U~», нажимают клавишу «N», устанавливают частотный диапазон от 1 до 20 Гц нажатием кнопки 1, нажимают кнопку ЗАПИСЬ, а затем кнопку ИЗМЕРЕНИЕ.

На индикаторе вольтметра В7-43 высвечивается величина измеряемого сигнала и номер выбранного частотного диапазона. Перестраивают частоту сигнала от наименьшей до наибольшей в диапазонах от 1 до 10 Гц и от 10,001 до 20 Гц. Фиксируют среднеквадратическое значение напряжения U_f при его максимальном отклонении от U_m в диапазонах от 1 до 10 Гц и от 10,001 до 20 Гц. Результаты измерений заносят в протокол;

Измерения повторяют на частотах 0,1; 1 Гц, выбрав второй частотный диапазон вольтметра В7-43 от 0,1 до 1 Гц нажатием кнопки 2.

Вычисление неравномерности уровня сигнала производят по формуле (7.3).

Результаты поверки считают положительными, если неравномерность уровня сигнала синусоидальной формы относительно уровня на частоте 1 кГц не превышает:

±5 % – в диапазоне частот от 0,1 до 10 Гц;

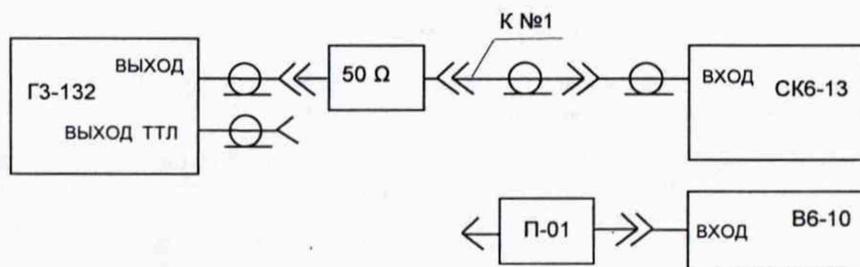
±2 % – в диапазоне частот от 10,001 Гц до 1 МГц;

±10 % – в диапазоне частот от 1,0001 до 10 МГц.

7.5.7 Определение коэффициента гармоник сигнала синусоидальной формы

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

- собирают схему в соответствии с рисунком 7;



- ГЗ-132 – генератор сигналов низкочастотный;
- СК6-13 – измеритель нелинейных искажений;
- В6-10 – микровольтметр селективный;
- 50 Ω – нагрузка 50 Ом из комплекта генератора;
- К №1 – кабель №1 из комплекта генератора;
- П-01 – переход П-01 из комплекта генератора.

Рисунок 7 – Схема подключения приборов для определения коэффициента гармоник сигнала синусоидальной формы

- на генераторе устанавливают частоту 1 кГц и среднеквадратическое значение напряжения 1,85 В в режиме работы с нагрузкой;

- на генераторе устанавливают частоту 10 Гц;

- измеряют коэффициент гармоник измерителем нелинейных искажений СК6-13. Результат измерения заносят в протокол.

Аналогично проводят измерения на частотах 100 Гц; 1; 10; 100 кГц в соответствии с таблицей 7.4.

Таблица 7.4 – Коэффициент гармоник сигнала синусоидальной формы

Установленная частота	Допускаемое значение коэффициента гармоник, %, не более
10 Гц	0,2
100 Гц	
1 кГц	0,07
10 кГц	
100 кГц	0,2
1 МГц	1
10 МГц	4

При определении коэффициента гармоник на частотах 1 и 10 МГц применяют микровольтметр В6-10 с делителем 1:100. Устанавливают среднеквадратическое значение напряжения 1 В в режиме работы с нагрузкой. Измеряют среднеквадратические значения напряжений первой, второй, третьей гармоник выходного сигнала микровольтметром В6-10.

Коэффициент гармоник K_r , %, определяют по формуле

$$K_r = \frac{\sqrt{U_2^2 + U_3^2}}{U_1} \cdot 100, \quad (7.4)$$

где U_1, U_2, U_3 – среднеквадратические значения напряжений первой, второй, третьей гармоник выходного сигнала, измеренные микровольтметром В6-10, мкВ. Результаты вычислений заносят в протокол.

Результаты поверки считают положительными, если коэффициент гармоник сигнала синусоидальной формы не превышает допускаемых значений, приведенных в таблице 7.4.

7.5.8 Определение параметров сигнала прямоугольной (ТТЛ) формы

Определение параметров сигнала прямоугольной (ТТЛ) формы проводят в следующей последовательности:

- собирают схему в соответствии с рисунком 8. Подключенной параллельно нагрузке R1 емкостью является емкость кабеля № 1;
- на генераторе устанавливают частоту 2 МГц;
- по экрану осциллографа С8-53/1 определяют длительность фронта τ_f и длительность среза $\tau_{ср}$ в соответствии с рисунком 9;
- на генераторе устанавливают частоту 1 кГц;
- по экрану осциллографа С8-53/1 определяют напряжение высокого уровня A_1 .