

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ

ОАО "МНИПИ"



ГЕНЕРАТОРЫ СИГНАЛОВ

НИЗКОЧАСТОТНЫЕ

ГЗ-131А

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ



ЕАС

Библиография

- [1] ТУ ВУ 100039847.175-2021 Генератор сигналов низкочастотный ГЗ-131А.
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.468782.016 РЭ Генератор сигналов низкочастотный ГЗ-131А.
Руководство по эксплуатации

ГЕНЕРАТОРЫ СИГНАЛОВ НИЗКОЧАСТОТНЫЕ

ГЗ-131А

Методика поверки

МРБ МП.3192-2021

УШЯИ.468782.016 МП

Вводная часть

Настоящая методика поверки (далее – МП) распространяется на генераторы сигналов низкочастотные ГЗ-131А (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

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

Поддиапазон частоты	Установленная частота	Измеренное значение коэффициента гармоник, %	Допускаемое значение коэффициента гармоник, %, не более
20 Hz	10 Гц		0,3
200 Hz	100 Гц		0,2
2 kHz	1 кГц		
20 kHz	10 кГц		
200 kHz	100 кГц		
2 MHz	1 МГц		1,0
	2 МГц		

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

Поддиапазон частоты	Установленная частота	Наименование параметра сигнала	Величина параметра	
			измеренная	допускаемая
2 MHz	2 МГц	Длительность фронта τ_f		100 нс, не более
		Длительность среза τ_{cp}		
2 kHz	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.5.5 Определение погрешности ступенчатого ослабления сигнала синусоидальной формы

Результаты измерений и оценка погрешности ступенчатого ослабления сигнала синусоидальной формы приведены в таблице Б.6.

Таблица Б.6

Частота	Ослабление 20 дБ				Ослабление 40 дБ			
	0 дБ U ₀ , В	U ₂₀ , В	Погрешность ослабления, дБ	Допускаемое значение погрешности ослабления, дБ	U ₄₀ , В	Погрешность ослабления, дБ	Допускаемое значение погрешности ослабления, дБ	
1 кГц				±0,5			±0,5	
1 МГц				±2			±2	

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

Результаты измерений и оценка неравномерности уровня сигнала синусоидальной формы приведены в таблице Б.7.

Таблица Б.7

Поддиапазон частоты	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, %
20 Hz			±5
200 Hz			±2
2 kHz			
20 kHz			
200 kHz			±5
2 MHz			

Измеренное среднеквадратическое значение напряжения сигнала на частоте 1 кГц, U_н _____ В.

Продолжение таблицы 2.1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	последующей поверке
5.4 Определение абсолютной погрешности установки среднеквадратического значения напряжения сигнала синусоидальной формы	7.5.4	Да	Да
5.5 Определение погрешности ступенчатого ослабления сигнала синусоидальной формы	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

Примечание – 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 ±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 ±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 ±1·10 ⁻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
7.5.3-7.5.6	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 – от $\pm 1\%$ до $\pm 2,3\%$; от 45 Гц до 100 кГц – от $\pm 0,4\%$ до $\pm 1,8\%$; от 100 кГц до 2 МГц – от $\pm 1\%$ до $\pm 6\%$
7.5.5	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
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 $\pm 6\%$ до $\pm 15\%$
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 $\pm 5\%$ -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 $\pm 3\%$; - 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.5.3 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

Поддиапазон частоты	Установленная частота, кГц	Измеренное среднеквадратическое значение напряжения сигнала на нагрузке (600 ± 6) Ом, В	Допускаемое среднеквадратическое значение напряжения сигнала на нагрузке (600 ± 6) Ом, В, не менее	Измеренное среднеквадратическое значение напряжения сигнала без нагрузки, В	Допускаемое среднеквадратическое значение напряжения сигнала без нагрузки, В, не менее
2 kHz	1		3,54		7,07

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	Измеренное среднеквадратическое значение напряжения	Пределы допускаемых среднеквадратических значений напряжения
С нагрузкой (600 ± 6) Ом из комплекта ГЗ-131А	3,55 В		от 3,433 до 3,666 В от 1,930 до 2,070 В от 0,960 до 1,040 В от 475 до 525 мВ от 184 до 216 мВ от 87 до 113 мВ
	2,00 В		
	1,00 В		
	500 мВ		
	200 мВ		
Без нагрузки	100 мВ		от 6,877 до 7,323 В от 3,870 до 4,130 В от 1,930 до 2,070 В от 0,960 до 1,040 В от 378 до 422 мВ от 184 до 216 мВ
	7,10 В		
	4,00 В		
	2,00 В		
	1,00 В		
	400 мВ		
	200 мВ		

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

Поддиапазон частоты	Установленная частота	Измеренное значение частоты (периода)	Пределы допускаемых значений частоты (периода)
20 Hz	2 Гц		от 499,75 до 500,25 мс
	20 Гц		от 49,975 до 50,025 мс
200 Hz	20 Гц		от 49,975 до 50,025 мс
	200 Гц		от 4,9975 до 5,0025 мс
2 kHz	200 Гц		от 4,9975 до 5,0025 мс
	2 кГц		от 499,75 до 500,25 мкс
20 kHz	2 кГц		от 499,75 до 500,25 мкс
	20 кГц		от 19,99 до 20,01 кГц
200 kHz	20 кГц		от 19,99 до 20,01 кГц
	200 кГц		от 199,9 до 200,1 кГц
2 MHz	200 кГц		от 199,9 до 200,1 кГц
	2 МГц		от 1999 до 2001 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 $f_{мин.}$, кГц	
Максимальное значение частоты, измеренное за 15 мин работы $f_{макс.}$, кГц	
Рассчитанное значение нестабильности частоты, %	
Допускаемое значение нестабильности частоты, %, не более	0,02

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 – $(230,0 \pm 4,6)$ 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.

**Приложение Б
(рекомендуемое)
Форма протокола поверки**

_____ наименование организации, проводящей поверку

ПРОТОКОЛ № _____ - _____

поверки генератора сигналов низкочастотного ГЗ-131А, № _____

принадлежащего _____ наименование организации

Изготовитель ОАО «МНИПИ»

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

Поверка проводится по методике МРБ МП.3192 -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

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:

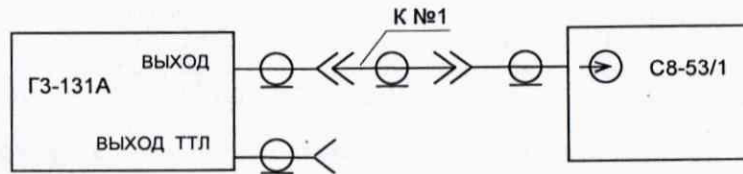
- подают испытательное напряжение между соединенными вместе питающими штырями и корпусным штырем вилки сетевой, начиная со значения 230 В (сетевой выключатель должен быть включен);
- увеличивают испытательное напряжение до значения 1,5 кВ плавно или равномерно ступенями за время от 5 до 10 с. Изоляция 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-131А – генератор сигналов низкочастотный;
- С8-53/1 – осциллограф цифровой;
- К №1 – кабель №1 из комплекта генератора.

Рисунок 1 – Схема подключения приборов при опробовании генератора

- на генераторе устанавливают поддиапазон «2 kHz», переключатель АТТЕНЮАТОР, dB – в положение «0».

- ручкой ЧАСТОТА устанавливают на генераторе значение частоты 1 кГц;
- на экране осциллографа С8-53/1 наблюдают сигнал синусоидальной формы частотой 1 кГц;
- вращают ручку ЧАСТОТА по часовой стрелке, а затем – против часовой стрелки. Наблюдают за плавной перестройкой частоты сигнала;
- вращают ручку УРОВЕНЬ по часовой стрелке, а затем – против часовой стрелки. Наблюдают за плавным изменением амплитуды сигнала;
- устанавливают переключатель АТТЕНЮАТОР, dB поочередно в положения «-20», «-40». Наблюдают за ступенчатым изменением сигнала.

Аналогично проверяют формирование сигнала синусоидальной формы на частотах 2; 100 Гц; 10; 100 кГц; 2 МГц на поддиапазонах «20 Hz», «200 Hz», «20 kHz», «200 kHz», «2 MHz», соответственно;

- на генераторе устанавливают поддиапазон «2 MHz», переключатель АТТЕНЮАТОР, dB – в положение «0»;
- ручкой ЧАСТОТА устанавливают на генераторе значение частоты 2 МГц;
- подключают кабель №1 к гнезду ВЫХОД ТТЛ;

Продолжение таблицы А.1

Наименование, единица величины	Значение
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	100
значение напряжения высокого уровня, В, не менее	2,4
значение напряжения низкого уровня, В, не более	0,4

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

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)	U1.01	
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.

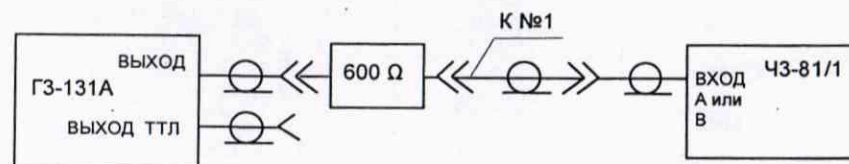
Результаты подтверждения соответствия ПО считают положительными, если номер версии встроенного ПО соответствует данным таблицы 7.1.

7.5 Определение метрологических характеристик

7.5.1 Определение погрешности установки частоты

Определение погрешности установки частоты проводят на частотах 2 и 20 Гц поддиапазона «20 Hz», в начале и конце каждого последующего поддиапазона в следующей последовательности:

- собирают схему в соответствии с рисунком 2;



- ГЗ-131А – генератор сигналов низкочастотный;
- ЧЗ-81/1 – частотомер электронно-счетный;
- 600 Ω – нагрузка (600 ± 6) Ом из комплекта генератора;
- К №1 – кабель №1 из комплекта генератора.

Рисунок 2 – Схема подключения приборов для определения погрешности установки частоты и определения нестабильности частоты генератора после установления рабочего режима

- при измерении частоты на поддиапазонах «20 Hz», «200 Hz», «2 kHz» частотомер ЧЗ-81/1 готовят к работе в режиме измерения периода, а при измерении на поддиапазонах «20 kHz», «200 kHz», «2 MHz» – в режиме измерения частоты;

- на генераторе устанавливают поддиапазон «20 Hz», переключатель АТТЕНЮАТОР, dB – в положение «0»;

- ручкой ЧАСТОТА устанавливают на генераторе значение частоты 2 Гц;

- ручкой УРОВЕНЬ устанавливают среднеквадратическое значение напряжения 2 В в режиме работы с нагрузкой;

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

Аналогично проводят измерения периода генерируемого сигнала частотой 20 Гц на поддиапазоне «20 Hz», 20 Гц и 200 Гц на поддиапазоне «200 Hz», 200 Гц и 2 кГц на поддиапазоне «2 kHz», 2 кГц на поддиапазоне «20 kHz».

- на частотомере ЧЗ-81/1 устанавливают делитель «1:10» по входу «А», сопротивление входа 1 МОм при нажатой кнопке НЧ;

- кабель К №1 подключают ко входу А;

- проводят измерения частоты $f_{изм}$ генерируемого сигнала частотой 20 кГц на поддиапазоне «20 kHz», 20 кГц и 200 кГц на поддиапазоне «200 kHz», 200 кГц и 2 МГц на поддиапазоне «2 MHz».

Результаты измерений $f_{изм}$ заносят в протокол.

Таблица 7.2 – Погрешность установки частоты

Поддиапазон частоты генератора	Установленная частота	Пределы допускаемых значений частоты (периода)
20 Hz	2 Гц	от 499,75 до 500,25 мс
	20 Гц	от 49,975 до 50,025 мс
200 Hz	20 Гц	от 49,975 до 50,025 мс
	200 Гц	от 4,9975 до 5,0025 мс
2 kHz	200 Гц	от 4,9975 до 5,0025 мс
	2 кГц	от 499,75 до 500,25 мкс
20 kHz	2 кГц	от 499,75 до 500,25 мкс
	20 кГц	от 19,99 до 20,01 кГц
200 kHz	20 кГц	от 19,99 до 20,01 кГц
	200 кГц	от 199,9 до 200,1 кГц
2 MHz	200 кГц	от 199,9 до 200,1 кГц
	2 МГц	от 1999 до 2001 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 $\pm 0,05\%$).

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 2.

- на генераторе устанавливают поддиапазон «20 kHz», переключатель АТТЕНЮАТОР, dB – в положение «0»;

- ручкой ЧАСТОТА устанавливают на генераторе значение частоты 20 кГц;

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, Гц	от 2 до 2 000 000
Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты, %	$\pm 0,05$
Запас на граничных значениях частот составляет: на 2 Гц, %, не более на 2 МГц, %, не менее	минус 1 плюс 1
Нестабильность частоты генератора по истечении времени установления рабочего режима за 15 мин непрерывной работы, %, не более	0,02
Максимальное среднеквадратическое значение напряжения сигнала синусоидальной формы составляет при работе: на нагрузку (600 ± 6) Ом, В, не менее без нагрузки, В, не менее	3,54 7,07
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки среднеквадратического значения напряжения сигнала синусоидальной формы на частоте 1 кГц на нагрузку (600 ± 6) Ом в диапазоне напряжений от 0,1 до 3,55 В и без нагрузки – в диапазоне напряжений от 0,2 до 7,10 В, В	$\pm(0,03U + 0,01)$, где U – установленное среднеквадратическое значение напряжения сигнала, В
Плавное ослабление сигнала синусоидальной формы, дБ, не менее	20
Погрешность ступенчатого ослабления сигнала синусоидальной формы 20 и 40 дБ при подключенной внешней нагрузке (600 ± 6) Ом и подключенной параллельно ей емкости, не превышающей 100 пФ, дБ, не более, для поддиапазонов: «20 Hz», «200 Hz», «2 kHz», «20 kHz», «200kHz» «2 MHz»	$\pm 0,5$ ± 2
Неравномерность уровня сигнала синусоидальной формы относительно уровня на частоте 1 кГц при подключенной внешней нагрузке (600 ± 6) Ом и подключенной параллельно ей емкости, не превышающей 100 пФ, %, не более, для поддиапазонов: «20 Hz» «200 Hz», «2 kHz», «20 kHz», «200 kHz» «2 MHz»	± 5 ± 2 ± 5
Коэффициент гармоник сигнала синусоидальной формы, %, не более, в диапазоне частот: от 2 до 20 Гц от 20,01 Гц до 100 кГц от 100,1 кГц до 2 МГц	0,3 0,2 1

- устанавливают выходное напряжение источника питания постоянного тока, 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 t_f	100 нс, не более
Длительность среза t_{cp}	
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.

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.

- ручкой УРОВЕНЬ устанавливают среднеквадратическое значение напряжения 2 В в режиме работы с нагрузкой;

- на частотомере ЧЗ-81/1 устанавливают делитель «1:10» по входу «А» 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;

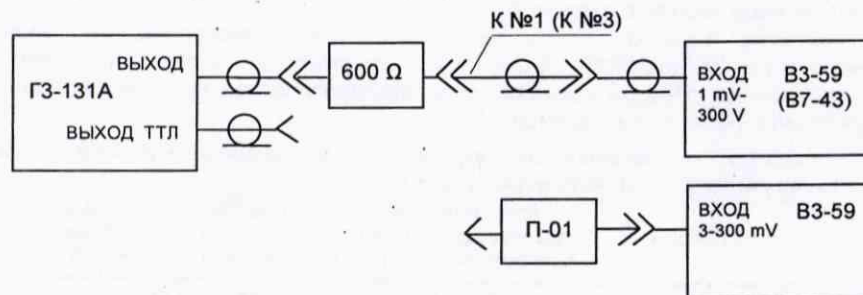
$f_{изм}$ – измеренное значение частоты в начале 15-минутного интервала, кГц.

Результаты поверки считают положительными, если значение нестабильности частоты генератора не превышает 0,02 %.

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 3;



- ГЗ-131А – генератор сигналов низкочастотный;
- В3-59 – милливольтметр цифровой широкополосный;
- В7-43 – вольтметр универсальный цифровой быстродействующий;
- 600 Ω – нагрузка (600 \pm 6) Ом из комплекта генератора;
- К №1 – кабель №1 из комплекта генератора;
- К №3 – кабель №3 из комплекта генератора;
- П-01 – переход УШЯИ.434541.006 из комплекта генератора.

Рисунок 3 – Схема подключения приборов для определения максимального среднеквадратического значения напряжения сигнала синусоидальной формы; определения абсолютной погрешности установки среднеквадратического значения напряжения; определения погрешности ступенчатого ослабления сигнала; определения неравномерности уровня сигнала относительно уровня на частоте 1 кГц

- на генераторе устанавливают поддиапазон «2 kHz», переключатель АТТЕНУАТОР, dB – в положение «0»;

- ручкой ЧАСТОТА устанавливают на генераторе значение частоты 1 кГц;

- ручкой УРОВЕНЬ устанавливают среднееквадратическое значение напряжения 3,75 В в режиме работы с нагрузкой;
- измеряют среднееквадратическое значение напряжения сигнала. Результат измерения заносят в протокол;
- нагрузку (600 ± 6) Ом исключают из схемы подключения, выключают режим работы с нагрузкой;
- измеряют среднееквадратическое значение напряжения сигнала на выходе генератора. Результат измерения заносят в протокол.

Результаты проверки считают положительными, если генератор обеспечивает среднееквадратическое значение напряжения сигнала синусоидальной формы не менее 3,54 В на нагрузке (600 ± 6) Ом и не менее 7,07 В – без нагрузки.

7.5.4 Определение абсолютной погрешности установки среднееквадратического значения напряжения сигнала синусоидальной формы

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

- собирают схему в соответствии с рисунком 3;
- на генераторе устанавливают поддиапазон «2 kHz», переключатель АТТЕНЮАТОР, dB – в положение «0»;
- ручкой ЧАСТОТА устанавливают на генераторе значение частоты 1 кГц;
- ручкой УРОВЕНЬ устанавливают среднееквадратическое значение напряжения 3,55 В в режиме работы с нагрузкой;
- милливольтметром ВЗ-59 измеряют среднееквадратическое значение напряжения на нагрузке (600 ± 6) Ом. Результат измерения заносят в протокол.

Аналогичным образом измеряют среднееквадратическое значение напряжения в других точках, указанных в таблице 7.3;

Таблица 7.3 – Погрешность установки среднееквадратического значения напряжения сигнала синусоидальной формы

Режим работы	Установленное среднееквадратическое значение напряжения	Пределы допускаемых среднееквадратических значений напряжения
С нагрузкой (600 ± 6) Ом из комплекта ГЗ-131А	3,55 В	от 3,433 до 3,666 В
	2,00 В	от 1,930 до 2,070 В
	1,00 В	от 0,960 до 1,040 В
	500 мВ	от 475 до 525 мВ
	200 мВ	от 184 до 216 мВ
Без нагрузки	7,10 В	от 6,877 до 7,323 В
	4,00 В	от 3,870 до 4,130 В
	2,00 В	от 1,930 до 2,070 В
	1,00 В	от 0,960 до 1,040 В
	400 мВ	от 378 до 422 мВ
	200 мВ	от 184 до 216 мВ

- нагрузку (600 ± 6) Ом исключают из схемы подключения, выключают режим работы с нагрузкой;
- измеряют среднееквадратические значения напряжений на выходе генератора в соответствии с данными таблицы 7.3, режим работы без нагрузки. Результаты измерений заносят в протокол.

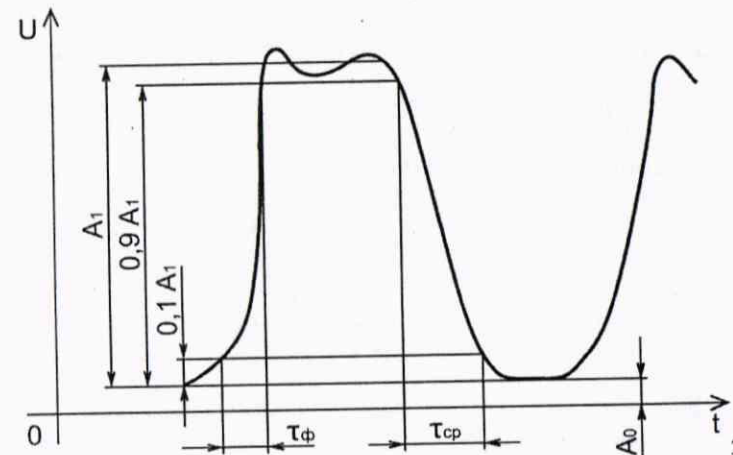
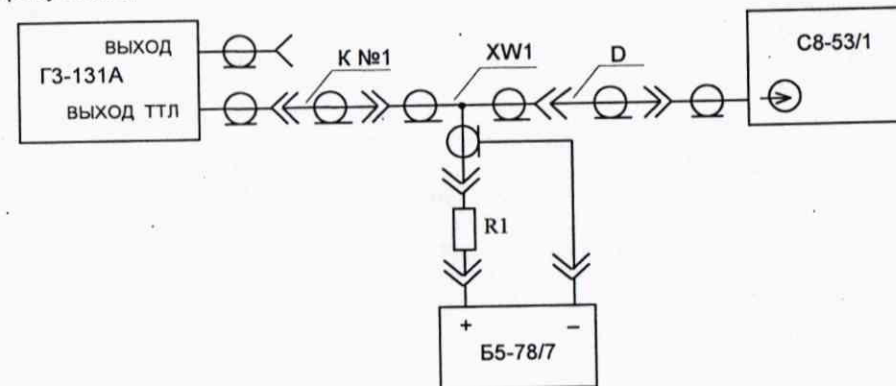


Рисунок 6 – Сигнал прямоугольной (ТТЛ) формы

- по экрану осциллографа С8-53/1 определяют напряжение высокого уровня A_1 . Для определения напряжения низкого уровня собирают схему в соответствии с рисунком 7;



- ГЗ-131А – 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 ±5 %-А-Г-В;
- XW1 – переход BNC-T из комплекта генератора;
- D – делитель 1:10 HP-9150 из комплекта С8-53/1.

Рисунок 7 – Схема подключения приборов для определения напряжения низкого уровня

Коэффициент гармоник K_r , %, определяют по формуле

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

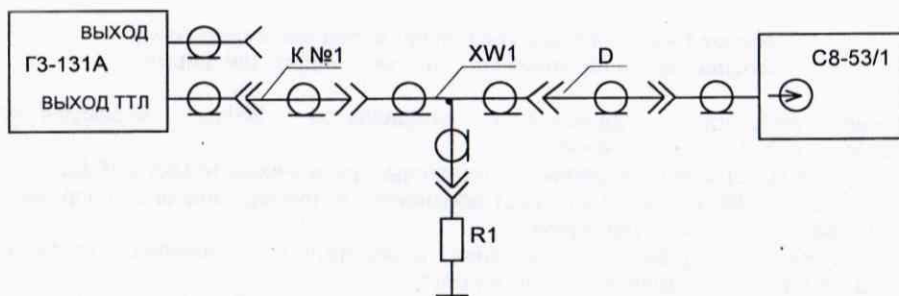
где U_1 , U_2 , U_3 – среднеквадратические значения напряжений первой, второй, третьей гармоник выходного сигнала, измеренные микровольтметром В6-10, мкВ. Результаты измерений и вычислений заносят в протокол.

Результаты поверки считают положительными, если коэффициент гармоник сигнала синусоидальной формы не превышает допустимых 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 5. Подключенной параллельно нагрузке емкостью является емкость кабеля №1;



- ГЗ-131А – генератор сигналов низкочастотный;
 C8-53/1 – осциллограф цифровой;
 К №1 – кабель №1 из комплекта генератора;
 R1 – резистор С2-33-0,125-300 Ом ±5 %-А-Г-В;
 XW1 – переход BNC-T из комплекта генератора;
 D – делитель 1:10 HP-9150 из комплекта C8-53/1.

Рисунок 5 – Схема подключения приборов для определения параметров сигнала прямоугольной (ТТЛ) формы

- на генераторе устанавливают поддиапазон «2 МГц»;
- ручкой ЧАСТОТА устанавливают на генераторе значение частоты 2 МГц;
- по экрану осциллографа C8-53/1 определяют длительность фронта t_f и длительность среза $t_{ср}$ в соответствии с рисунком 6;
- на генераторе устанавливают поддиапазон «2 кГц»;
- ручкой ЧАСТОТА устанавливают на генераторе значение частоты 1 кГц;

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

7.5.5 Определение погрешности ступенчатого ослабления сигнала синусоидальной формы

Определение погрешности ступенчатого ослабления сигнала синусоидальной формы проводят на частотах 1 кГц, 1 МГц в следующей последовательности:

- собирают схему в соответствии с рисунком 3. К выходу генератора подключена нагрузка (600 ± 6) Ом. Подключенной параллельно нагрузке емкостью является емкость кабеля №1;

- на генераторе устанавливают поддиапазон «2 кГц», переключатель АТТЕНЮАТОР, dB – в положение «0»;

- ручкой ЧАСТОТА устанавливают на генераторе значение частоты 1 кГц;

- ручкой УРОВЕНЬ устанавливают по милливольтметру В3-59 среднеквадратическое значение напряжения от 3 до 3,5 В (U_0) в режиме работы с нагрузкой;

- поочередно устанавливают переключатель АТТЕНЮАТОР, dB в положение «-20», «-40», измеряя при каждом переключении величину напряжения. Результаты измерений заносят в протокол.

Аналогично проводят измерения на частоте 1 МГц поддиапазона «2 МГц».

Погрешность ступенчатого ослабления сигнала синусоидальной формы δ_0 , дБ, определяют по формуле

$$\delta_0 = n - 20 \lg \frac{U_0}{U_n}, \quad (7.2)$$

где n – номинальное значение ослабления, дБ;

U_0 – среднеквадратическое значение напряжения, измеренное милливольтметром В3-59, при отсутствии ослабления, В;

U_n – среднеквадратическое значение напряжения, измеренное милливольтметром В3-59, при соответствующем ослаблении, В.

Результаты поверки считают положительными, если погрешность ступенчатого ослабления сигнала синусоидальной формы не превышает:

±0,5 дБ – на частоте 1 кГц поддиапазона «2 кГц»;

±2 дБ – на частоте 1 МГц поддиапазона «2 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 3. К выходу генератора подключена нагрузка (600 ± 6) Ом. Подключенной параллельно нагрузке емкостью является емкость кабеля №1.

При измерениях на поддиапазонах «200 Hz», «2 кГц», «20 кГц», «200 кГц» «ВХОД 1 мВ-300 В» милливольтметра В3-59 подключают посредством кабеля №1 к нагрузке 600 Ом, а на поддиапазоне «2 МГц» «ВХОД 3-300 мВ» милливольтметра В3-59 подключают посредством перехода П-01 к нагрузке 600 Ом;

- на генераторе устанавливают поддиапазон «2 кГц», переключатель АТТЕНЮАТОР, dB – в положение «0»;

- ручкой ЧАСТОТА устанавливают на генераторе значение частоты 1 кГц;

- ручкой УРОВЕНЬ устанавливают по милливольтметру В3-59 среднеквадратическое значение напряжения сигнала от 290 до 300 мВ в режиме работы с нагрузкой. Результат измерения заносят в протокол;

- вращением ручки ЧАСТОТА перестраивают частоту сигнала от наименьшей до наибольшей величины данного поддиапазона, фиксируют среднеквадратическое значение напряжения U_f при его максимальном отклонении от установленного на частоте 1 кГц. Результат измерения заносят в протокол;

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

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

где U_f – среднеквадратическое значение напряжения, измеренное милливольтметром В3-59 (или вольтметром В7-43), при его максимальном отклонении от значения U_{fn} , В;

U_{fn} – среднеквадратическое значение напряжения, измеренное милливольтметром В3-59, на частоте 1 кГц, В.

Не изменяя уровень сигнала, установленный на частоте 1 кГц, аналогично проводят измерения и вычисления на поддиапазонах «200 Hz», «20 kHz», «200 kHz», «2 MHz».

Для измерения величины сигнала синусоидальной формы на поддиапазоне «20 Hz» применяют вольтметр В7-43 и кабель №3.

Измерения проводят в следующей последовательности:

- на генераторе устанавливают поддиапазон «20 Hz»;

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

На индикаторе вольтметра В7-43 высвечивается среднеквадратическое значение напряжения измеряемого сигнала и номер выбранного частотного участка. Не изменяя уровень сигнала генератора, установленный на частоте 1 кГц, вращением ручки ЧАСТОТА перестраивают частоту сигнала от 2 до 20 Гц. При этом, по индикатору вольтметра В7-43 фиксируют среднеквадратическое значение напряжения сигнала при максимальном отклонении от U_{fn} . Дальнейшие вычисления производят по формуле (7.3). Результаты измерений и вычислений заносят в протокол.

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

±5 % – для поддиапазона «20 Hz»;

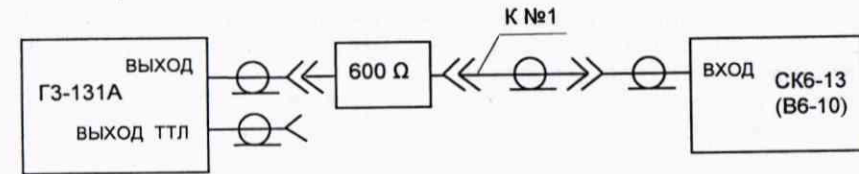
±2 % – для поддиапазонов «200 Hz», «2 kHz», «20 kHz», «200 kHz»;

±5 % – для поддиапазона «2 MHz».

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 и 2 МГц в следующей последовательности:

- собирают схему в соответствии с рисунком 4;



- ГЗ-131А – генератор сигналов низкочастотный;
- СК6-13 – измеритель нелинейных искажений;
- В6-10 – микровольтметр селективный;
- 600 Ом – нагрузка (600 ± 6) Ом из комплекта генератора;
- К №1 – кабель №1 из комплекта генератора.

Рисунок 4 – Схема подключения приборов для определения коэффициента гармоник сигнала синусоидальной формы

- на генераторе устанавливают поддиапазон «20 Hz», переключатель АТТЕНЮАТОР, dB – в положение «0»;

- ручкой ЧАСТОТА устанавливают на генераторе значение частоты 10 Гц;

- ручкой УРОВЕНЬ устанавливают среднеквадратическое значение напряжения 3,75 В в режиме работы с нагрузкой;

- 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

Поддиапазон частоты	Установленная частота	Допускаемое значение коэффициента гармоник, %, не более
20 Hz	10 Гц	0,3
200 Hz	100 Гц	
2 kHz	1 кГц	
20 kHz	10 кГц	0,2
	200 kHz	
2 MHz	1 МГц	1,0
	2 МГц	

При определении коэффициента гармоник на частотах 1 и 2 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.