

Приложение П4
к "Программе и методике
метрологической
аттестации ЭКГ-сигналов"

№ 30.2-01-89

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
ГЕНЕРАТОРА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ГФ-05 СОВМЕСТНО
С ПКУ-ЭКГ И ПЗУ С ИСПЫТАТЕЛЬНЫМИ ЭКГ-СИГНАЛАМИ

133 00 00 00 МИ ЭКГ

№ 11789-89

Программа и методика
метрологической
аттестации ЭКГ-сигналов
утверждена директором
Менделеевского ЦСМ в 1989 г.

Настоящая методика распространяется на генератор функциональный ГФ-05 с проверочным коммутационным устройством ПКУ-ЭКГ и постоянными запоминающими устройствами (ПЗУ) с испытательными ЭКГ-сигналами (в дальнейшем - генератор ГФ-05 с ПКУ-ЭКГ и ПЗУ), предназначенный для поверки и испытаний электрокардиографических приборов (ЭКП), и устанавливает методы и средства его первичной и периодической поверки.

Поверка генератора ГФ-05 с ПКУ-ЭКГ и ПЗУ производится с периодичностью не реже одного раза в год.

1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1. При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в табл.1.

Таблица 1

Наименование операции поверки	Номера пунктов методики	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	4.1	Да	Да
Опробование	4.2	Да	Да
Определение идентичности кодов, ЭКГ-сигналов, записанных в ПЗУ, кодам эталонных ПЗУ *	4.3	Да	*Проводится 1 раз в 3 года
Проверка формы сигналов	4.3.1	Да	Да
Проверка цепей ПКУ-ЭКГ	4.4	Да	Да
Определение метрологических характеристик генератора ГФ-05	4.5	Да	Да
Определение допускаемой относительной погрешности установки значений частоты	4.5.1	Да	Да
Определение абсолютной погрешности коэффициента деления делителей размаха выходного напряжения сигнала	4.5.2	Да	Нет
Определение допускаемой основной относительной погрешности установки значений размаха выходного напряжения сигнала	4.5.3	Да	Да
Определение коэффициента гармоник синусоидального сигнала	4.5.4	Да	Да
Определение нелинейности треугольного импульса	4.5.5	Да	Да
Определение длительности фронта и среза прямоугольного импульса	4.5.6	Да	Да
Проверка функционирования генератора ГФ-05 в режиме дистанционного управления	4.5.7	Да	Нет

Продолжение таблицы 1

Наименование операции поверки	Номера пунктов методики	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
Определение метрологических характеристик генератора ГФ-05 с ПКУ-ЭКГ и ЭКГ-сигналов Определение относительной погрешности установки значения размаха выходного напряжения сигнала Определение значений амплитудных параметров ЭКГ-сигнала и их погрешностей Определение значений временных параметров ЭКГ-сигнала и их погрешностей Проверка функционирования генератора ГФ-05 с ПКУ-ЭКГ при его подключении к электрокардиоприбору и определение уровня шумов	4.6	Да	Да
	4.6.1	Да	Да
	4.6.2	Да	Да
	4.6.3	Да	Да
	4.6.4	Да	Да

Примечание. 1. После ремонта, включающего ремонт цепей электропитания, провести проверку на соответствие требованиям по электробезопасности согласно ГОСТ Р 50267.0-92.

2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1. При проведении поверки должны быть применены средства, указанные в табл.2.

Таблица 2

Номер пункта методики поверки	Наименование образцового средства измерений	Основные технические характеристики средств поверки	
		пределы измерений	погрешность
4.2; 4.3.1; 4.5.6	Осциллограф С1-65А	Полоса пропускания (0-35) МГц	+ - 5 %
		Диапазон амплитуды исследуемого сигнала 5 мВ - 100 В	+ - 5 %
4.3	Программатор ППЗУ	Выбор и отображение режимов чтения, копирования, контроля данных, записи и контроля записи ППЗУ КР556РТ5	
4.4	Измеритель иммитанса Е7-14	Диапазон сопротивлений 0,1 МОм - 10 МОм	+ - 0,3 %
4.5.1	Частотомер ЧЗ-54	Диапазон емкостей 0,0001 пФ - 1 Ф	+ - 0,3 %
		Диапазон частот при измерении периодов (0 - 1) МГц	+ - 0,01 %

Продолжение таблицы 2

Номер пункта методики поверки	Наименование образцового средства измерений	Основные технические характеристики средств поверки	
		пределы измерений	погрешность
4.4; 4.5.3; 4.5.5	Вольтметр В7-16А	Диапазон напряжения -4 (10 - 1000) В	$[0,2+0,05 \times (U_k/U_x)-1]$ U _к -конечное значение установленного предела, В; U _х -показание прибора, В
4.5.2; 4.6.1	Вольтметр Щ1516	Диапазон напряжения (0 - 5,0) В	+ - 0,07 %
4.5.4	Измеритель нелинейных искажений С6-8, С6-11	Диапазон (0,1-30) %	+-(0,05 Кгп + 0,05 %) от 20 Гц до 20 кГц Кгп-значение предела шкалы, на которой производится отчет в %
4.6.2; 4.6.3	Осциллограф вычислительный С9-16	Диапазон входных сигналов (0,1-50) В Период дискретизации от 50 нс до 20 с	+ - 2,2 % + - 0,2 %
4.2	Генератор Г5-26 Генератор ГФ-05	Диапазон частот 0,1 Гц - 1,0 МГц (0,02-600) Гц	+ - 0,5 %
4.5.7	Пульт проверки РДУ ГФ-05	Управление выбором вида сигнала, установкой дискретных значений частоты, делением и умножением частоты, установкой значений размаха сигнала	
4.6.4	Электрокардиограф ЭК1Т-03М2	Диапазон входных напряжений 0,03-5 мВ Диапазон измерения интервалов времени от 0,1 мс и более	+ - 15 % в диапазоне 0,1-0,5 мВ + - 7 % в диапазоне 0,1-0,5 мВ + - 7 % в диапазоне 0,1-1,0 с

Примечания: 1. Вместо указанных в таблице средств поверки разрешается применять другие аналогичные измерительные приборы, обеспечивающие измерения соответствующих параметров с требуемой точностью.

2. Средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь свидетельства (отметки в формулярах или паспортах) о поверке.

3. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

3.1. При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

температура окружающего воздуха (20 ± 5) град. С;
атмосферное давление (630-800) мм рт.ст. (840-1067) гПа;
относительная влажность (65 ± 15) %;
напряжение питающей сети (220 ± 4,4) В частотой 50 Гц и содержанием гармоник до 5 %.

3.2. Перед проведением поверки выполнить следующие подготовительные работы:

проверить на средствах поверки наличие отметок о их поверке;

ознакомиться с содержанием технических описаний и инструкций по эксплуатации поверяемого генератора и используемых средств поверки;

подготовить к работе генератор и средства поверки согласно инструкциям по их эксплуатации.

4. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

4.1. Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие генератора с ПКУ-ЭКГ и ПЗУ следующим требованиям:

комплектность генератора (кроме ЗИП) в соответствии с формуляром;

отсутствие дефектов, механических повреждений и следов коррозии покрытий, исправность адаптера и кабелей, исправность и надежность крепления органов управления, гнезд и разъемов на генераторе и на ПКУ-ЭКГ; отсутствие механических повреждений ПЗУ с испытательными ЭКГ-сигналами;

легкость соединения ПКУ-ЭКГ с выходом "-mV" генератора.

Генераторы и ПКУ-ЭКГ, имеющие дефекты, бракуются и направляются в ремонт, а ПЗУ - бракуются и подлежат замене.

4.2. Опробование

Для проведения опробования генератора собрать схему согласно рис.1.

СХЕМА ОПРОБОВАНИЯ ГЕНЕРАТОРА

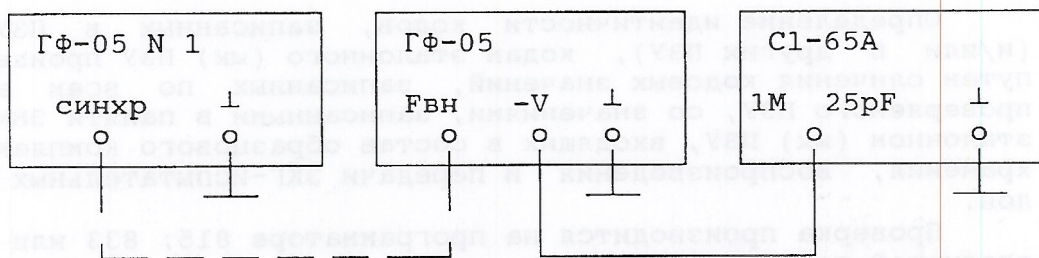


Рис.1

Подключить с помощью кабеля генераторы к сети.

Нажать кнопку СЕТЬ и убедиться в наличии питания по свечению индикатора.

Прогреть генераторы в течении 20 минут.

На генераторе ГФ-05 с ПЗУ "4" установить переключатель РАЗМАХ СИГН в положение "5,0"; переключатель ЧАСТОТА - в положение "75".

Отжать кнопки "А", "В", "С", "▲", "-x0,5-", "1:10", "1:100". На экране осциллографа должен наблюдаться интерполированный сигнал треугольной формы.

Нажать кнопку "▲". На экране осциллографа должен наблюдаться треугольный сигнал кусочно-ступенчатой формы.

Проверить по осциллографу генерирование треугольного, синусоидального, прямоугольного и ЭКГ-сигналов, манипулируя положениями (отжато-нажато) кнопок "А", "В", "С" (согласно табл.3).

Отжать кнопки "А", "В", "С", "▲", "-x0,5-", "1:100", нажать кнопку "1:10". Последовательно изменяя положение переключателя ЧАСТОТА от "75" до "2" убедиться по осциллографу в изменении частоты сигнала.

Соединить гнездо СИНХР генератора ГФ-05 N 1 (с ПЗУ "4") с гнездом "Fвн" ГФ-05. На генераторе ГФ-05 N 1 переключатель "ЧАСТОТА" установить в положение "75". На генераторе ГФ-05 переключатель "РАЗМАХ СИГН" установить в положение "5,0", все остальные кнопки отжать. На осциллографе должна наблюдаться последовательность треугольных импульсов. Изменяя положение переключателя "ЧАСТОТА" на генераторе ГФ-05 N 1, убедиться по осциллографу в изменении частоты сигнала на выходе генератора ГФ-05.

Подключить ко входу осциллографа выход "У" генератора ГФ-05 и убедиться в наличии стробирующих импульсов.

Подключить выходы " \sim 20 В", " \perp " генератора ГФ-05 ко входу осциллографа и убедиться в наличии синусоидального напряжения.

На генераторе ГФ-05 нажать кнопку "1:10". Подключить выходы генератора ГФ-05 "-V", " \perp " ко входу осциллографа. Переключатель "ЧАСТОТА" установить в положение "75". Манипулируя положениями (отжато-нажато) кнопок "-x0,5-", "x2", "x4", "-x8-", "1:100" убедиться по осциллографу в изменении частоты сигнала.

На генераторе нажать кнопки "А" и "В", кнопки "▲" и "С" отжать, переключатель "ЧАСТОТА" установить в положение "75", нажать кнопки "1,0", "4,0", "5,0" переключателя "РАЗМАХ СИГН". По осциллографу убедиться в наличии на выходе "- mV" генератора прямого, а на выходе "+ mV" инверсного ЭКГ-сигнала.

4.3. Определение идентичности кодов, записанных в ПЗУ "4" (и/или в других ПЗУ), кодам эталонного (ых) ПЗУ

Определение идентичности кодов, записанных в ПЗУ "4" (и/или в других ПЗУ), кодам эталонного (ых) ПЗУ производится путем сличения кодовых значений, записанных по всем адресам проверяемого ПЗУ, со значениями, записанными в памяти ЭВМ или в эталонном (ых) ПЗУ, входящих в состав образцового комплекса для хранения, воспроизведения и передачи ЭКГ-испытательных сигналов.

Проверка производится на программаторе 815; 833 или УП-5 в следующей последовательности:

произвести копирование эталонного ПЗУ в память программатора или в случае использования программатора УП-5 вызвать на экран дисплея файл с кодами эталонного сигнала;

на программаторе установить режим "Контроль записи";

вынуть из адаптера проверяемого генератора ПЗУ, установить его в адаптер программатора;

осуществить пуск программатора и проверить идентичность кодов, записанных в проверяемом ПЗУ, кодам эталонного ПЗУ (эталонного сигнала) по загоранию индикатора "Годен" (по появлению надписи "Полное совпадение", в случае использования программатора УП-5).

Негодное ПЗУ подлежит замене за счет владельца генератора.

4.3.1. Проверка формы сигналов

Проверку формы сигналов, записанных в ПЗУ "4", производят по схеме, приведенной на рис.2, по выходу "-V", "⊥" генератора.

СХЕМА ПРОВЕРКИ ФОРМЫ СИГНАЛОВ, ДЛИТЕЛЬНОСТИ ФРОНТА И СРЕЗА ПРЯМОУГОЛЬНОГО ИМПУЛЬСА

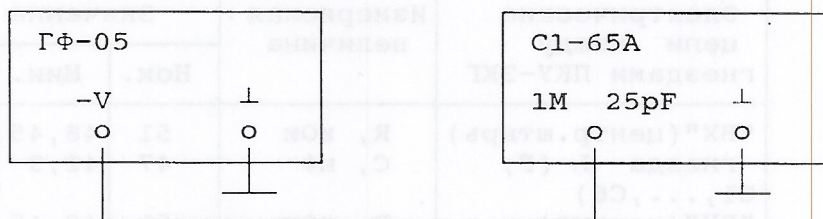


Рис.2

Переключатель РАЗМАХ СИГН установить в положение "5,0", переключатель ЧАСТОТА - в положение "75". Кнопки "▲"; "1:10"; "1:100"; "x0,5-"; "x2"; "x4" отжаты.

Форму сигналов наблюдать на экране осциллографа. Изменяя положение кнопок "А", "В", "С" согласно табл. 3, убедиться в соответствии наблюдаемых форм сигналов формам, указанным в табл.3.

Таблица 3

Положение кнопок			Требуемая форма сигналов
"А"	"В"	"С"	
нажата	отжата	отжата	синусоидальная прямоугольная треугольная ЭКГ-сигнал треугольная, синусоидальная, прямоугольная, ЭКГ-сигнал прямоугольная, ЭКГ треугольная, синусоидальная
отжата	нажата	отжата	
отжата	отжата	отжата	
отжата	нажата	нажата	
отжата	нажата	нажата	
нажата	отжата	нажата	
отжата	отжата	нажата	
нажата	отжата	нажата	
отжата	отжата	нажата	
отжата	нажата	отжата	

Проверка формы ЭКГ-сигналов, записанных в других ПЗУ, проводится по схеме, приведенной на рис.2, при установке органов управления генератора ГФ-05 согласно "Описанию..." соответствующего сигнала. Сравнение формы сигнала на экране осциллографа производят с формой сигнала, приведенной в "Описании..." данного ЭКГ-сигнала.

Результаты проверки считаются положительными, если наблюдаемые формы сигналов, записанных в ПЗУ "4", соответствуют формам, указанным в табл.3, а форма ЭКГ сигналов, записанных в других ПЗУ - форме, приведенной в "Описании..." соответствующего сигнала.

4.4. Проверка цепей ПКУ-ЭКГ

Проверить цепи ПКУ-ЭКГ путем измерения измерителем Е7-14 сопротивлений и емкостей в соответствии с табл. 4.

Примечание. Измерение сопротивлений производить при установке на измерителе Е7-14 рабочей частоты, равной 0,1 кГц, а измерение емкостей - при рабочей частоте, равной 1 кГц.

Таблица 4

Электрические цепи между гнездами ПКУ-ЭКГ	Измеряемая величина	Значение		
		Ном.	Мин.	Макс.
"ВХ" (центр. штырь) - гнезда L (F, C1, ..., C6)	R, КОМ	51	48,45	53,55
	C, нФ	47	42,3	51,7
"ВХ" (корпус) - гнездо R	R, КОМ	51	48,45	53,55
	C, нФ	47	42,3	51,7
"ВХ" (корпус) - гнездо N	R, Ом	100	95	105
Гн. "⏏" - Корпус	R, Ом	не более 0,1		
Гнездо L - "ВХ" (корпус)	R, МОМ	2,2	2,1	2,3

Результаты проверки считаются положительными, если измеренные значения сопротивлений и емкостей находятся в пределах, указанных в табл. 4.

Генераторы и ПКУ-ЭКГ, не удовлетворяющие требованиям пп. 4.2 и 4.4 дальнейшей поверке не подлежат; они бракуются и направляются в ремонт.

4.5. Определение метрологических характеристик генератора

4.5.1. Определение допускаемой относительной погрешности установки значения частоты, обеспечения деления ряда дискретных значений частот на 2, 10, 20, 100, 200 и умножение на 0,5; 2; 4; 8.

Определение допускаемой относительной погрешности установки значения частоты проводят по схеме, приведенной на рис.3.

СХЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДОПУСКАЕМОЙ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ПОГРЕШНОСТИ УСТАНОВКИ ЗНАЧЕНИЯ ЧАСТОТЫ

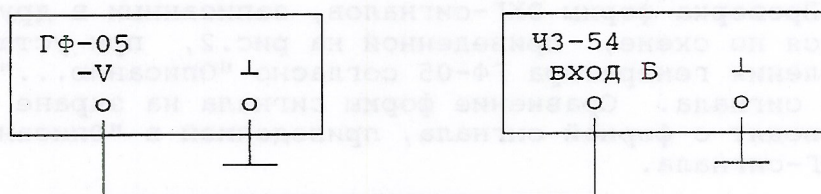


Рис. 3

На частотомере переключатель ВРЕМЯ СЧЕТА-МНОЖИТЕЛЬ установить в положение "10", переключатель МЕТКИ ВРЕМЕНИ установить в положение "1 s".

На генераторе переключатель РАЗМАХ СИГН установить в положение "5,0"; переключатель ЧАСТОТА - в положение "2"; нажать кнопки "В", "А", кнопки "А" и "С" отжать.

Измерить на выходе генератора " - V ", " ⊥ " значение периода (частоты).

Изменяя положение переключателя ЧАСТОТА согласно табл. 5, измерить значения всех дискретных частот.

Таблица 5

Значение			
Номинальное		Допускаемых пределов периода, мс	
частоты, Гц	периода, мс	макс	мин
2	500,00	502,50	497,50
5	200,00	200,00	201,00
10	100,00	100,50	99,50
15	66,66	66,99	66,33
25	40,00	40,20	39,80
30	33,33	33,50	33,166
40	25,00	25,125	24,875
50	20,00	20,10	19,90
60	16,66	16,749	16,583
75	13,33	13,40	13,266

Переключатель ЧАСТОТА установить в положение "50", изменяя положение кнопок " -x0,5- ", "x2", "x4", " -x8- ", "1:10", "1:100" согласно табл. 6 измерить значения периода (частоты).

Таблица 6

Положение кнопок					Кратность умножения на	Значение			
						Номинальное		Допускаемых пределов периода, мс	
-x0,5-	x2	x4	1:10	1:100		частоты, Гц	периода, мс	макс	мин
наж	наж	наж	отж	отж	0,5	25	40,00	40,20	39,80
отж	наж	отж	отж	отж	2	100	10,00	10,05	9,95
отж	отж	наж	отж	отж	4	200	5,00	5,25	4,975
отж	наж	наж	отж	отж	8	400	2,50	2,512	2,487
отж	отж	отж	наж	отж	0,1	5	200,0	201,00	199,00
наж	наж	наж	наж	отж	0,05	2,5	400,0	402,00	398,00
отж	наж	отж	наж	отж	0,2	10	100,0	100,50	99,50
отж	отж	наж	наж	отж	0,4	20	50,0	50,20	49,75
отж	наж	наж	наж	отж	0,8	40	25,0	25,125	24,875
отж	отж	отж	отж	наж	0,01	0,5	2000,0	1990,00	2008,00
наж	наж	наж	отж	наж	0,005	0,25	4000,0	4020,00	3980,00
отж	наж	отж	отж	наж	0,02	1	1000,0	1005,00	995,00
отж	отж	наж	отж	наж	0,04	2	500,0	502,50	497,50
отж	наж	наж	отж	наж	0,08	4	250,0	251,25	248,75

Допускаемая относительная погрешность установки значения периода (частоты) $\delta \text{ ч}$, в %, определяется по формуле

$$\delta \text{ ч} = \frac{t_{\text{ном}} - t_{\text{изм}}}{t_{\text{ном}}} \times 100 ,$$

где $t_{\text{ном}}$ - номинальное значение периода (частоты) генератора, с (Гц) ;

$t_{\text{изм}}$ - измеренное значение периода (частоты) генератора, с (Гц).

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если полученная относительная погрешность установки частоты в табл.5, 6 не превышает $\pm 0,5\%$ (фактические значения установки периода (частоты) находятся в допускаемых пределах, указанных в табл.5, 6).

4.5.2. Определение абсолютной погрешности коэффициента деления делителей размаха выходного напряжения сигнала

Определение абсолютной погрешности коэффициента деления делителей напряжения проводят по схеме, приведенной на рис. 4.

СХЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ АБСОЛЮТНОЙ ПОГРЕШНОСТИ КОЭФФИЦИЕНТА ДЕЛЕНИЯ ДЕЛИТЕЛЯ РАЗМАХА ВЫХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ

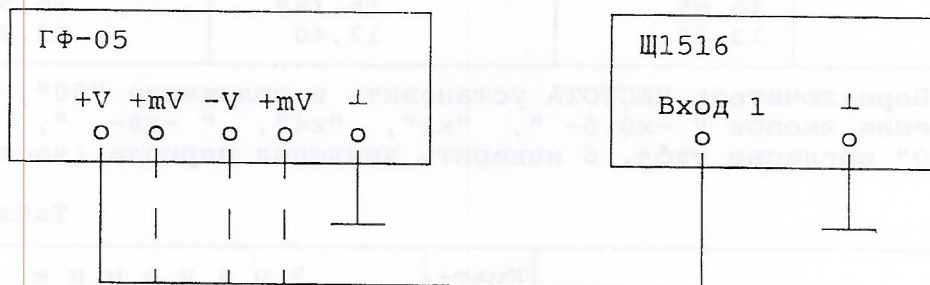


Рис.4

Проверку проводить для выходов "+V" и "⊥"; "+mV"; "-V" и "⊥"; "-mV".

Переключатель РАЗМАХ СИГН установить в положение "5,0", переключатель ЧАСТОТА - в положение "2". Кнопки "В", "▲", "1:100" нажать, "А", "С" и "1:10" - отжать.

Измерить экстремальные значения напряжений соседних полупериодов на выходах "+V" и "⊥"; "+mV". Определить значение размаха выходного напряжения сигнала путем вычитания их одного из другого, если знаки напряжений одинаковые, и путем суммирования, если знаки напряжений разные.

Вычислить коэффициент деления делителя по формуле

$$K_{i+} = \frac{U_{+v}}{U_{+mv}} ,$$

где

U_{+v} - значение размаха напряжения сигнала на выходе "+V", "⊥";

U_{+mv} - значение размаха напряжения сигнала на выходе "+mV".

i - 1, 2, 3.

Аналогичные операции повторить три раза.
Вычислить среднее значение коэффициента деления делителя по формуле

$$K_{\text{ср}} = \frac{K_1 + K_2 + K_3}{3}$$

Определить абсолютную погрешность коэффициента деления делителя Δ_d по формуле

$$\Delta_d = K_n - K_{\text{ср}}$$

где $K_n = 1000$ - номинальное значение коэффициента деления делителя размаха выходного напряжения сигнала.

Аналогичные операции произвести для выходов "-V" и "⊥"; "-mV".

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если фактические значения коэффициента деления делителя напряжения находятся в пределах от 997,5 до 1002,5, т.е. абсолютная погрешность коэффициента деления делителя напряжения не превышает $\pm 2,5$.

4.5.3. Определение допускаемой основной относительной погрешности установки значений размаха выходного напряжения сигнала

Определение допускаемой основной относительной погрешности установки значения размаха выходного напряжения сигнала проводят по схеме, приведенной на рис.5.

СХЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДОПУСКАЕМОЙ ОСНОВНОЙ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ПОГРЕШНОСТИ УСТАНОВКИ ЗНАЧЕНИЯ РАЗМАХА ВЫХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ СИГНАЛА

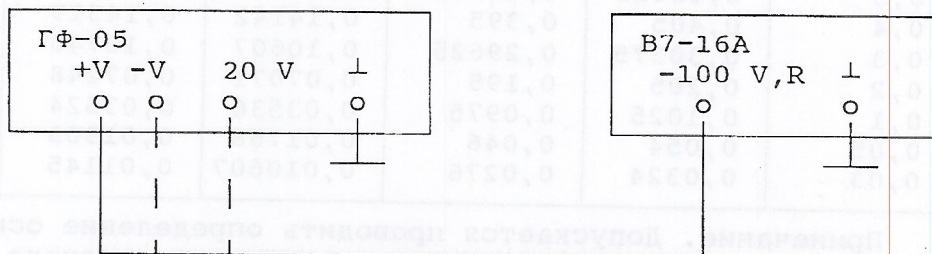


Рис.5

Переключатель РАЗМАХ СИГН установить в положение "5,0", Переключатель ЧАСТОТА - в положение "5". Кнопки "В", "▲", "1:100" нажать; кнопки "А", "С", "1:10" отжать.

Измерить значения размаха напряжения на выходах "+V", "⊥" согласно методике п.4.5.2 (см. примечание к табл. 7).

Аналогичные операции провести при всех фиксированных положениях переключателя РАЗМАХ СИГН согласно табл. 7.

Установка значений размаха выходного напряжения сигнала 0,3; 0,6; 0,7; 0,8; 1,5; 3,0; 6,0; 7,0; 8,0; 9,0; 10,0 В производится путем нажатия комбинации кнопок переключателя РАЗМАХ СИГН согласно табл. 2 ТО и ИЭ генератора ГФ-05.

Вход вольтметра подключить к выходу "-V", "⊥" генератора.

Повторить аналогичные операции при всех фиксированных положениях переключателя РАЗМАХ СИГН согласно табл.7.

Допускаемая основная относительная погрешность установки значения выходного напряжения сигнала δv , в %, определяется по формуле

$$\delta v = \frac{U_{изм} - U_{ном}}{U_{ном}} \times 100,$$

где $U_{ном}$ - номинальное значение размаха выходного напряжения сигнала, В;

$U_{изм}$ - измеренное значение размаха выходного напряжения сигнала, В.

Таблица 7

Значение размаха выходного напряжения, В					
номинальное прямоуголь- ного сигнала	допускаемых пределов		U эфф. синусоид. сигнала	допускаемых пределов	
	макс	мин		макс	мин
10	10,125	9,875	3,5356	3,5798	3,4914
9,0	9,1125	8,8875	3,1820	3,2218	3,1422
8,0	8,10	7,9	2,8284	2,8638	2,7930
7,0	7,0875	6,9125	2,4749	2,5058	2,4440
6,0	6,075	5,925	2,1213	2,1478	2,0948
5,0	5,0625	4,9375	1,7678	1,7899	1,7457
4,0	4,05	3,95	1,4142	1,4319	1,3965
3,0	3,0375	2,9625	1,0607	1,0740	1,0474
2,0	2,025	1,975	0,70711	0,71595	0,69827
1,5	1,5187	1,4813	0,5303	0,53696	0,52370
1,0	1,0125	0,9875	0,35356	0,35798	0,34914
0,8	0,810	0,790	0,28284	0,28638	0,27930
0,7	0,70875	0,69125	0,24749	0,25058	0,24440
0,6	0,6075	0,5925	0,21213	0,21478	0,20949
0,5	0,50625	0,49375	0,17678	0,17899	0,17465
0,4	0,405	0,395	0,14142	0,14319	0,13960
0,3	0,30375	0,29625	0,10607	0,10740	0,10474
0,2	0,205	0,195	0,07071	0,07248	0,06894
0,1	0,1025	0,0975	0,03536	0,03624	0,03447
0,05	0,054	0,046	0,01768	0,01909	0,01626
0,03	0,0324	0,0276	0,010607	0,01145	0,00976

Примечание. Допускается проводить определение основной относительной погрешности установки значения размаха выходного напряжения сигнала по синусоидальному сигналу, при этом переключатель ЧАСТОТА установить в положение "75", кнопка "А" нажата, кнопки "А", "В", "С" - отжаты.

Результаты считаются удовлетворительными, если полученные значения допускаемой основной относительной погрешности установки значения размаха выходного напряжения сигнала не превышает требуемых значений, указанных в п.3.9 ТО и ИЭ генератора ГФ-05 (фактические значения размаха выходного напряжения сигнала находятся в допускаемых пределах, указанных в табл.7).

4.5.4. Определение коэффициента гармоник синусоидального сигнала

Определение коэффициента гармоник синусоидального сигнала проводят по схеме, приведенной на рис. 6.

СХЕМА ПРОВЕРКИ КОЭФФИЦИЕНТА ГАРМОНИК СИНУСОИДАЛЬНОГО СИГНАЛА

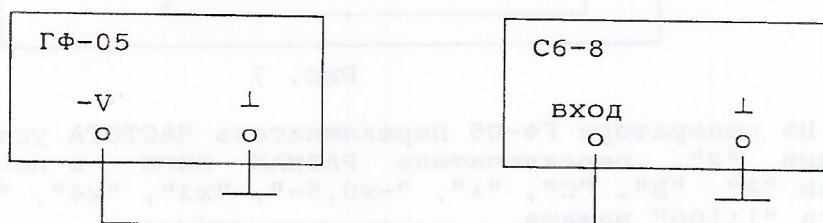


Рис. 6

На генераторе ГФ-05 переключатель РАЗМАХ СИГН установить в положение "5,0"; переключатель ЧАСТОТА - в положение "10". Кнопки "А", "x2" нажать, кнопки "В", "С", "▲", "-x0,5-", "x4", "1:10" и "1:100" отжать.

Измерить коэффициент гармоник (K_g) на выходе "-V", "⊥" на частоте 20 Гц.

Установить переключатель ЧАСТОТА в положение "75", кнопку "x2" отжать и измерить коэффициент гармоник на частоте 75 Гц.

Нажать кнопку "x2" и измерить коэффициент гармоник на частоте 150 Гц. Затем нажать кнопки "-x8-" и измерить коэффициент гармоник на частоте 600 Гц. Измеренные значения коэффициента гармоник сравнить с данными, приведенными в табл. 8.

Таблица 8

Частота, Гц	Коэффициент гармоник, %, не более
20 75 150	1,5
600	2,0

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если фактические значения коэффициента гармоник (K_g) на частотах 20, 75, 150 Гц не превышают 1,5 %, а на частоте 600 Гц - K_g не превышает 2 %.

4.5.5. Определение нелинейности треугольного импульса

Определение нелинейности треугольного импульса проводят по схеме, приведенной на рис. 7.

Выход генератора ГФ-05 "У" соединить с 21 контактом разъема "вых. на ЦПМ" вольтметра В7-16А.

На вольтметре В7-16А на задней панели тумблер "Авт., Ручн." установить в положение "Ручн.", ВРЕМЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ - "20 ms", на передней панели клеммы "0" и "⊥" закоротить, РОД РАБОТЫ установить в положение "0,s".

СХЕМА ПРОВЕРКИ НЕЛИНЕЙНОСТИ ТРЕУГОЛЬНОГО ИМПУЛЬСА

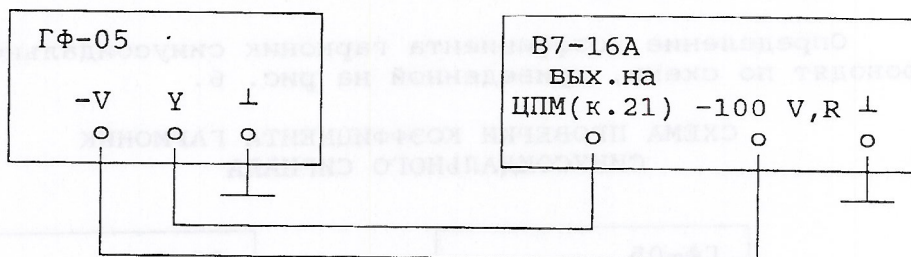


Рис. 7

На генераторе ГФ-05 переключатель ЧАСТОТА установить в положение "2", переключатель РАЗМАХ СИГН - в положение "5,0". Кнопки "А", "В", "С", "Δ", "-x0,5-", "x2", "x4", "1:10" отжаты, кнопка "1:100" нажата.

На генераторе нажать и отпустить кнопку СБР. По истечении приблизительно 4 с вольтметром измерить значение напряжения в точке 1, рис. 8; измерения значений напряжений в остальных семи точках треугольного импульса производится автоматически. Измерения повторить три раза для каждой точки.

Для каждой точки найти среднее значение напряжения, в В, по формуле

$$U_{срi} = \frac{U_1 + U_2 + U_3}{3},$$

где U_1, U_2, U_3 - измеренные значения напряжения в одной точке три раза, В;

i - 1, 2, 3 ... 8 - номер точки.

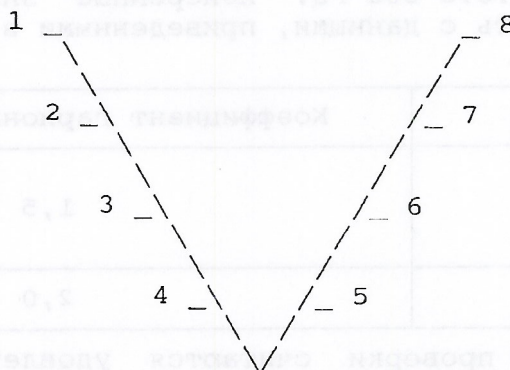


Рис. 8

Определить значение приращения напряжения, в В, между точками 1-2 по формуле

$$\Delta U = U_{ср2} - U_{ср1},$$

где $U_{ср2}, U_{ср1}$ - средние значения напряжения в точках 2, 1.

Аналогичным образом определить значение приращения напряжения между точками 2-3, 3-4, 5-6, 6-7, 7-8.

Коэффициент нелинейности треугольного импульса, в %, определяют по формуле

$$K_n = \frac{\Delta U_{\text{макс}} - \Delta U_{\text{мин}}}{\Delta U_{\text{макс}} + \Delta U_{\text{мин}}} \times 100,$$

где $\Delta U_{\text{макс}}, \Delta U_{\text{мин}}$ - наибольшее и наименьшее значение приращения напряжения из шести приращений.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если фактическое значение коэффициента нелинейности треугольного импульса не превышает 1 %.

4.5.6. Определение длительности фронта и среза прямоугольного импульса

Определение длительности фронта и среза прямоугольного импульса проводят по схеме, приведенной на рис. 2.

На генераторе ГФ-05 переключатель РАЗМАХ СИГН установить в положение "5,0"; переключатель ЧАСТОТА - в положение "75". Кнопки "А", "С", "-x0,5-", "x2", "x4", "1:10", "1:100" отжать, кнопки "В", "▲" нажать.

Положение органов управления на осциллографе следующее:

переключатель "V/ДЕЛ" - в положение "1";

переключатель "x1, x0,1" - "x1";

переключатель "ВРЕМЯ/ДЕЛ" - "10 мкс";

тумблер "+ -" - "+";

переключатель "ВНУТР.СЕТЬ 1:1 1:10 ВНЕШН." - "ВНУТР."

Ручками УРОВЕНЬ и СТАБИЛЬНОСТЬ установить максимальное значение уровня сигнала, при котором сохраняется синхронизация.

По координатной сетке на ЭЛТ осциллографа отсчитать значения длительностей фронта t_{ϕ} и среза $t_{ср}$ прямоугольного импульса согласно рис. 9.

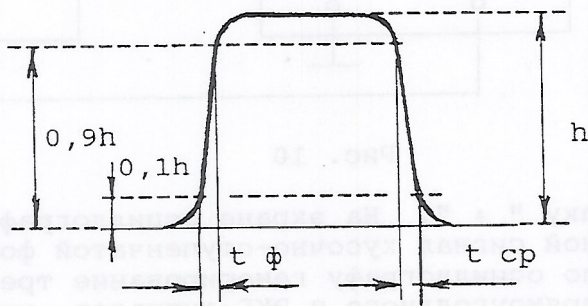


Рис. 9

Аналогичные операции проделать при положении тумблера "+-" - "-". Полученные значения сравнить с данными, указанными в табл. 9.

Таблица 9

Частота, Гц	Длительность, мкс	
	фронта не более	среза не более
75	60	60

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если фактические значения длительностей фронта и среза прямоугольного импульса не превышают 60 мкс.

4.5.7. Проверка функционирования генератора ГФ-05 в режиме дистанционного управления

Для проверки функционирования генератора ГФ-05 в режиме дистанционного управления (РДУ) собрать схему согласно рис. 10. Включить генератор ГФ-05, нажав кнопку СЕТЬ. Положение других кнопок генератора безразлично. Управление выбором вида сигнала, установкой его частоты и размаха осуществлять с пульта проверки РДУ ГФ-05.

На пульте проверки РДУ ГФ-05 установить переключатель РАЗМАХ СИГН в положение "5,12"; переключатель ЧАСТОТА - в положение "75".

Отжать кнопки "А", "В", "С", "▲", "-x0,5-", "1:10", "1:100". На экране осциллографа должен наблюдаться интерполированный сигнал треугольной формы.

СХЕМА ПРОВЕРКИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГЕНЕРАТОРА ГФ-05 В РЕЖИМЕ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ

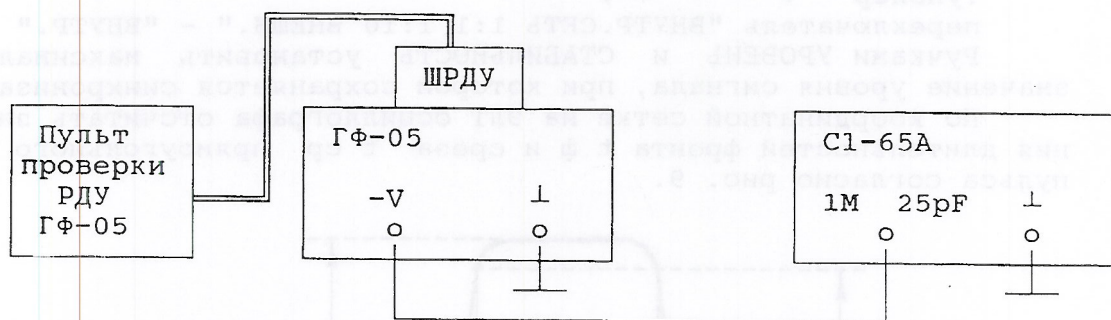


Рис. 10

Нажать кнопку "▲". На экране осциллографа должен наблюдаться треугольный сигнал кусочно-ступенчатой формы.

Проверить по осциллографу генерирование треугольного, синусоидального, прямоугольного и ЭКГ-сигналов, манипулируя положениями (отжато-нажато) кнопок "А", "В", "С" (согласно табл.3).

Нажать кнопку СБР. На экране осциллографа должна наблюдаться прямая горизонтальная линия.

Нажать кнопки "В", "▲". Последовательно изменяя положение переключателя ЧАСТОТА от "75" до "2" убедиться по осциллографу в изменении частоты сигнала. Установить переключатель ЧАСТОТА в положение "75" и нажимая на соответствующие кнопки убедиться в функционировании генератора в режимах умножения (на x2, x4, -x8-, -x0,5-) и деления (1:10 и 1:100) частоты при дистанционном управлении.

На пульте проверки РДУ ГФ-05 нажать кнопки "В", "▲"; кнопки "75" и "1:10" переключателя ЧАСТОТА; переключатель РАЗМАХ СИГН установить в положение "5,12". По осциллографу измерить приблизительное значение размаха напряжения прямоугольного сигнала, которое должно составлять примерно 5,12 В. Последовательно устанавливая переключатель РАЗМАХ СИГН в положения "2,56"; "1,28"; "0,64"; "0,32"; "0,16"; "0,08"; "0,04"; "0,02"; "0,01" и переключая чувствительность осциллографа убедиться в том, что размах напряжения сигнала каждый раз уменьшается в 2 раза.

4.6. Определение метрологических характеристик генератора ГФ-05 с ПКУ-ЭКГ

4.6.1. Определение относительной погрешности установки значения размаха выходного напряжения сигнала на выходах ПКУ-ЭКГ

Определение относительной погрешности установки значения размаха выходного напряжения сигнала на выходах ПКУ-ЭКГ проводят по схеме, приведенной на рис. 11.

СХЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ПОГРЕШНОСТИ УСТАНОВКИ ЗНАЧЕНИЯ РАЗМАХА ВЫХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ СИГНАЛА НА ВЫХОДАХ ПКУ-ЭКГ

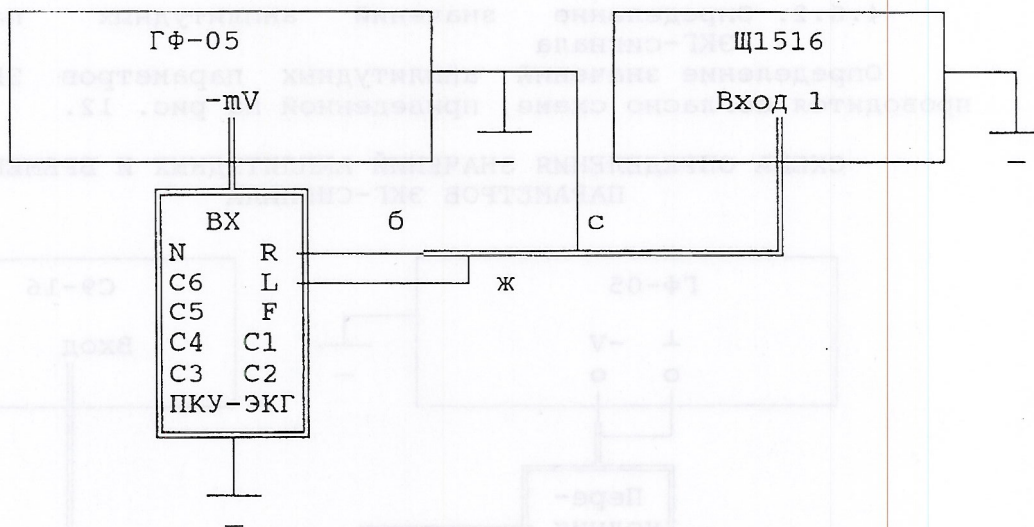


Рис. 11

Пояснение к рис. 11. Буквами б, с, ж обозначены штекеры измерительного кабеля вольтметра Щ1516: с - с проводом синего цвета; б - с проводом белого цвета; ж - с проводом желтого цвета.

На включенном и прогретом вольтметре Щ1516 нажать кнопки "АВТ", "Период" и "Фильтр".

Органы управления генератора ГФ-05 с ПЗУ "4" установить в следующее положение:

- Вид сигнала - нажаты кнопки "А" и "В";
- ЧАСТОТА Hz - нажаты кнопки "2" и "1:100";
- РАЗМАХ СИГН V, mV - нажата кнопка "2,0".

Измерить экстремальные значения напряжений соседних полу-периодов между следующими парами выходов ПКУ-ЭКГ: L - R; F - R; C1 - R; C2 - R; C3 - R; C4 - R; C5 - R; C6 - R. Определить значение размаха выходного напряжения сигнала путем вычитания их одного из другого, если знаки напряжений одинаковые, и путем суммирования, если знаки напряжений разные.

Значение размаха выходного напряжения сигнала во всех случаях должно находиться в пределах (1,96 - 2,04) мВ, что соответствует относительной погрешности - $\pm 2\%$.

Примечание. Между выходами L - R допускается уменьшение размаха выходного напряжения сигнала до значений (1,934 - 2,0) мВ.

Экстремальные значения напряжения на соседних полупериодах сигнала по модулю не должны превышать 301 мВ, что соответствует тому, что напряжение смещения, подаваемое на вход электрокардиооприбора, находится в пределах ± 300 мВ.

Измерить значение напряжения между выходами R и N, которое не должно превышать $\pm 0,01$ мВ.

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если фактическое значение относительной погрешности размаха напряжения на выходах ПКУ-ЭКГ не превышает $\pm 2\%$ (значения размаха выходного напряжения между выходом R и любым другим выходом (за исключением N) ПКУ-ЭКГ находятся в пределах (1,96 - 2,04) мВ, а между выходами L - R - в пределах (1,934 - 2,0) мВ.

4.6.2. Определение значений амплитудных параметров ЭКГ-сигнала

Определение значений амплитудных параметров ЭКГ-сигнала проводится согласно схеме, приведенной на рис. 12.

СХЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗНАЧЕНИЙ АМПЛИТУДНЫХ И ВРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ ЭКГ-СИГНАЛА

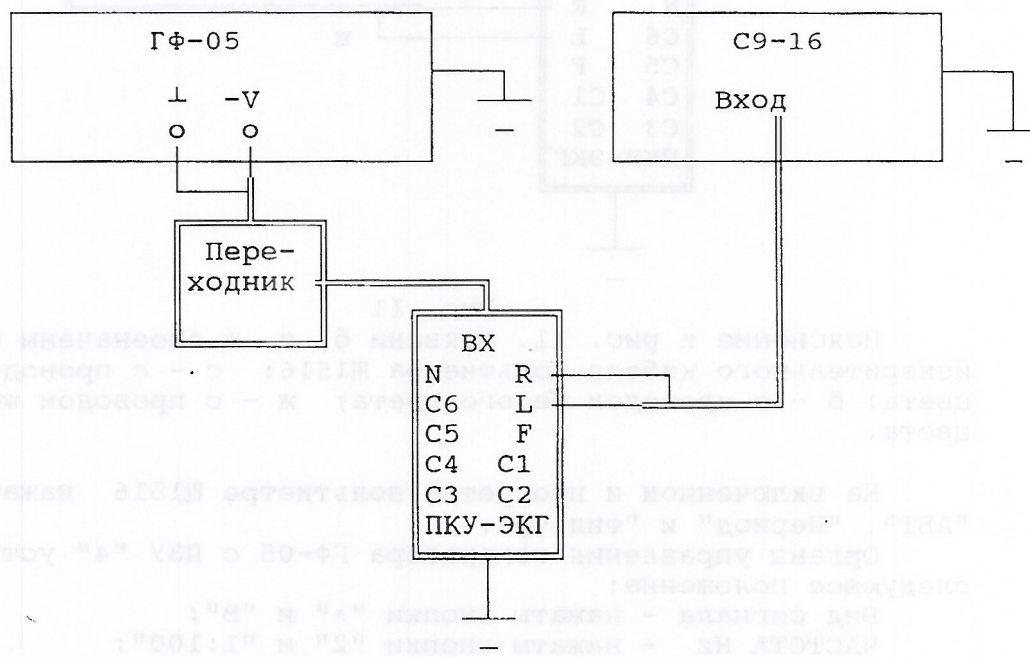


Рис. 12

Органы управления генератора ГФ-05 с ПЗУ "4" установить в следующее положение:

Вид сигнала - нажаты кнопки "А" и "В" (ЭКГ-сигнал);

ЧАСТОТА Hz - нажаты кнопки "75" и "1:100";

РАЗМАХ СИГН V, mV - нажата кнопка "2,0".

На осциллографе С9-16 установить масштабы изображения по времени 500 мкс и амплитуде (размаху) 2 В. Записать изображение испытательного ЭКГ-сигнала на всю длину экрана (поле В). Произвести сравнение формы записанных сигналов с формой испытательного ЭКГ-сигнала, приведенной на рис. 13.

Измерить амплитудные параметры записанного сигнала, устанавливая маркерные точки M1 и M2 на соответствующие точки сигнала согласно рис. 13.

Наименование амплитудно-временных параметров элементов
испытательного ЭКГ-сигнала, записанного в ПЗУ "4".

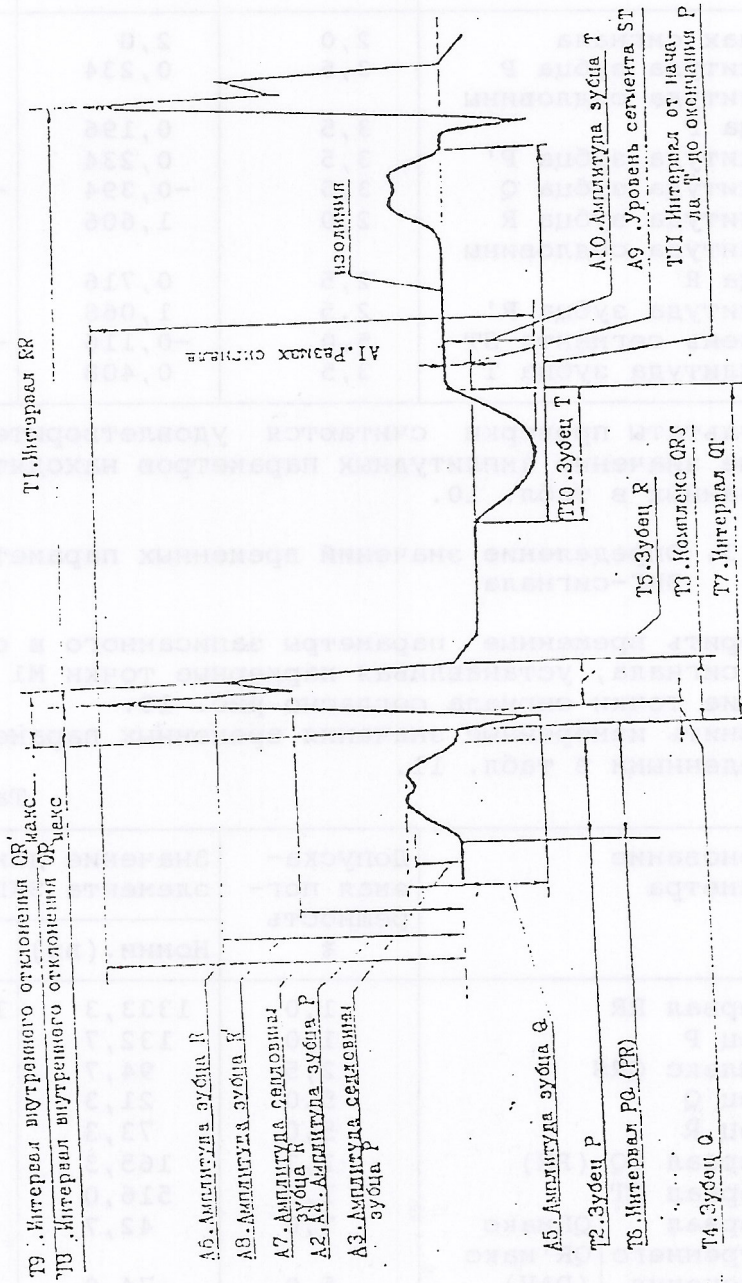


Рис. 13

Перед измерением параметров сигнала допускается произвести сглаживание сигнала путем ввода команды с клавиатуры осциллографа "15 СГЛ ==> В".

Сравнить измеренные значения амплитудных параметров с данными, приведенными в табл. 10.

Таблица 10

Наименование параметра	Допускаемая погрешность %	Значение параметра элемента ЭКГ-сигнала, В		
		Номин. (вх)	Мин.	Макс.
A1. Размах сигнала	2,0	2,0	1,96	2,04
A2. Амплитуда зубца Р	3,5	0,234	0,226	0,242
A3. Амплитуда седловины зубца Р	3,5	0,196	0,189	0,203
A4. Амплитуда зубца Р'	3,5	0,234	0,226	0,242
A5. Амплитуда зубца Q	3,5	-0,394	-0,380	-0,408
A6. Амплитуда зубца R	2,0	1,606	1,574	1,638
A7. Амплитуда седловины зубца R	2,5	0,716	0,698	0,734
A8. Амплитуда зубца R'	2,5	1,068	1,041	1,095
A9. Уровень сегмента ST	5,0	-0,116	-0,110	-0,122
A10. Амплитуда зубца T	3,5	0,408	0,394	0,422

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если измеренные значения амплитудных параметров находятся в пределах, указанных в табл. 10.

4.6.3. Определение значений временных параметров ЭКГ-сигнала

Измерить временные параметры записанного в соответствии с п. 4.6.2 сигнала, устанавливая маркерные точки M1 и M2 на соответствующие точки сигнала согласно рис. 13.

Сравнить измеренные значения временных параметров с данными, приведенными в табл. 11.

Таблица 11

Наименование параметра	Допускаемая погрешность %	Значение длительности элемента ЭКГ-сигнала, мс		
		Номин. (вх)	Мин.	Макс.
T1. Интервал RR	1,0	1333,3	1320,0	1346,6
T2. Зубец Р	1,0	132,7	131,3	134,0
T3. Комплекс QRS	2,5	94,7	92,3	97,1
T4. Зубец Q	5,0	21,3	20,2	22,4
T5. Зубец R	5,0	73,3	69,6	77,0
T6. Интервал PQ (PR)	2,3	165,3	161,5	169,1
T7. Интервал QT	1,0	516,0	510,8	521,2
T8. Интервал	7,0	42,7	39,7	45,7
T9. внутреннего отклонения	5,0	74,0	70,3	77,7
T10. Зубец T	1,0	212,0	209,9	214,1
T11. Интервал от начала зубца T до окончания зубца Р	1,0	1000,0	990,0	1010,0

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если измеренные значения временных параметров находятся в пределах, указанных в табл. 11.

Проверка амплитудно-временных параметров других испытательных сигналов производится аналогично. При этом в адаптер генератора ГФ-05 устанавливается ПЗУ с проверяемым ЭКГ-сигналом. Установка органов управления генератора ГФ-05, сравнение формы, измерение параметров элементов сигнала и сравнение измеренных их значений производится согласно соответствующему "ОПИСАНИЮ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СИГНАЛА".

4.6.4. Проверка функционирования генератора ГФ-05 с ПКУ-ЭКГ при его подключении к электрокардиопробору и определение уровня шумов

Проверку функционирования генератора ГФ-05 с ПКУ-ЭКГ при его подключении к электрокардиопробору и определение уровня шумов проводят согласно схеме, приведенной на рис. 14.

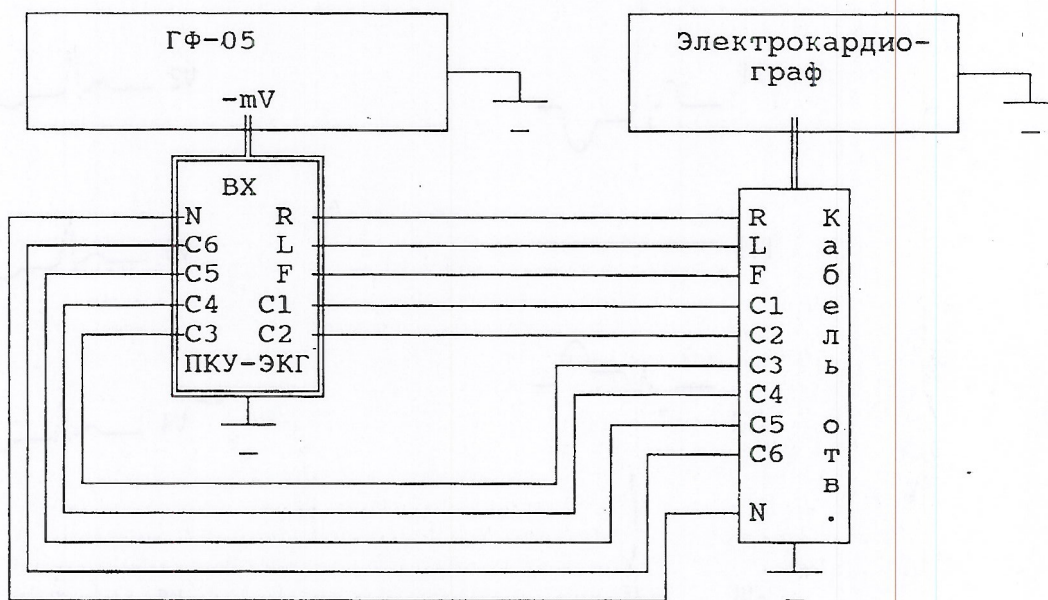


Рис. 14

Органы управления генератора ГФ-05 с ПЗУ "4" установить в следующее положение:

Вид сигнала - нажаты кнопки "А" и "В" (ЭКГ-сигнал);

ЧАСТОТА Hz - нажаты кнопки "75" и "1:100";

РАЗМАХ СИГН V, mV - нажата кнопка "2,0".

На электрокардиографе установить "чувствительность" - 10 мм/мВ, "Скорость записи" - 25 мм/с и произвести запись сигнала во всех отведениях.

Примечание. При использовании электрокардиографа с пятиэлектродным кабелем пациента запись сигнала по грудным отведениям производить путем поочередного подключения электродного отведения C(V) к гнездам C1 - C6 ПКУ-ЭКГ.

Произвести сравнение формы сигнала на записи во всех отведениях с формой сигнала, изображенной на рис. 15. В отведении III должна записываться нулевая линия. Размах сигнала на записях отведений I, II, aVR должен находиться в пределах (20 ± 2,8) мм; на записях отведений aVL, aVF - (10 ± 1,4) мм, а на записях отведений V1 - V6 - (6,7 ± 1,0) мм.

форма и полярность регистрируемого ЭКГ-сигнала, записанного в ПЗУ "4", на выходе электрокардиографа

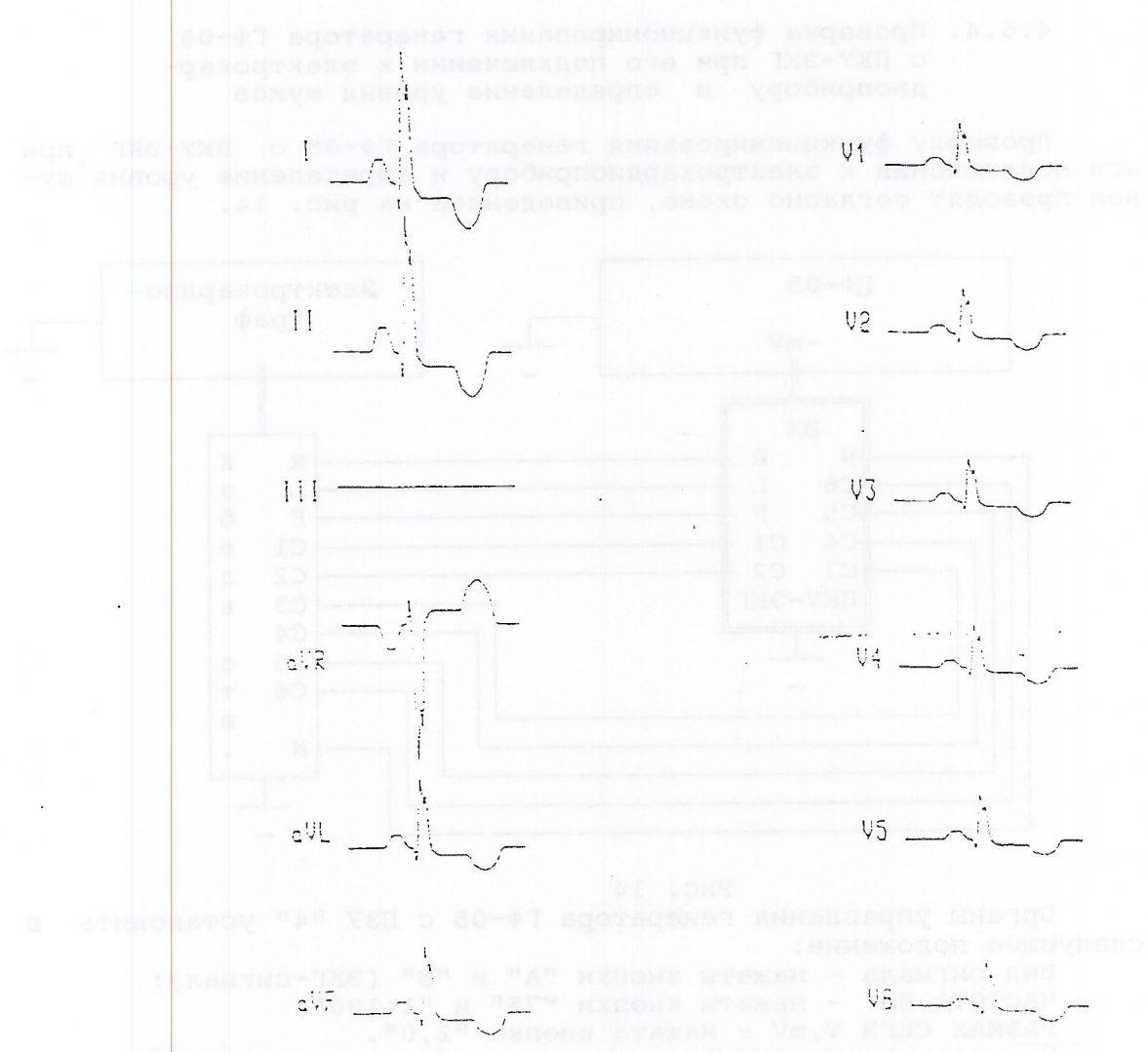


Рис. 15

Во всех отведениях произвести измерение уровня шума на участке изолинии, который не должен превышать 0,2 мм (без учета толщины линии записи).

Произвести запись сигнала во всех отведениях при установленной чувствительности электрокардиографа 20 мм/мВ. Уровень шума на участке изолинии не должен превышать 0,4 мм (без учета толщины линии записи).

Результаты проверки считаются удовлетворительными, если:

- а) форма сигналов соответствуют рис. 15;
- б) размах сигнала на записях находится в пределах:
 - в отведениях I, II, aVR - (40 ± 5,6) мм;
 - в отведениях aVL, aVF - (20 ± 2,8) мм;
 - в отведениях V1 - V6 - (13,4 ± 2,9) мм;
- б) измеренные значения уровня шума не превышают:
 - 0,2 мм - при установленной чувствительности 10 мм/мВ;
 - 0,4 мм - при установленной чувствительности 20 мм/мВ.

ПРИМЕЧАНИЕ - При записи сигнала на электрокардиографах выпуска после 1.01.1995 г. размах сигнала на записях должен находиться в пределах:

- а) при установленной чувствительности 10 мм/мВ:
 - в отведениях I, II, aVR - (20 ± 2,0) мм;
 - в отведениях aVL, aVF - (10 ± 1,0) мм;
 - в отведениях V1 - V6 - (6,7 ± 0,7) мм;
- б) при установленной чувствительности 20 мм/мВ:
 - в отведениях I, II, aVR - (40 ± 4,0) мм;
 - в отведениях aVL, aVF - (20 ± 2,0) мм;
 - в отведениях V1 - V6 - (13,4 ± 1,4) мм;

5. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

5.1. Генератор функциональный ГФ-05 с ПКУ-ЭКГ и ПЗУ, поверенный в соответствии с настоящей методикой и удовлетворяющий всем требованиям, признается годным и допускается к эксплуатации. На генератор наносится клеймо, производится запись в формуляре, удостоверяемая клеймом поверителя, или выдается свидетельство о поверке установленной формы.

5.2. Приборы, забракованные в результате поверки, к применению не допускаются; на них выдается извещение о непригодности установленной формы.

