

где  $\ell$  - горизонтальное расстояние между измеряемыми точками;  
 $n$  - число периодов;  $D_p$  - значение длительности развертки;  $T$  -  
 - период сигнала;  $M_p$  - значение множителя развертки.

#### ГЕНЕРАТОР СИГНАЛОВ НИЗКОЧАСТОТНЫЙ ГЗ-106

##### Назначение

Генератор сигналов низкочастотный ГЗ-106 является источником синусоидального (основной режим) и прямоугольного (дополнительный режим) напряжений предназначен для регулировки и испытания различных радиотехнических устройств.

##### Технические данные

1. Диапазон частот от 20 Гц до 200 кГц перекрывается четырьмя поддиапазонами с плавной перестройкой внутри поддиапазона:  
 1-й поддиапазон - 20-200 Гц  
 2-й поддиапазон - 200-2000 Гц  
 3-й поддиапазон - 2-20 кГц  
 4-й поддиапазон - 20-200 кГц.
2. Основная погрешность по частоте не превышает  $\pm(3+\frac{30}{f_n})\%$ , где  $f_n$  - установленное по шкале значение частоты в герцах.
3. Изменение частоты при отклонении напряжения питания от номинала на  $\pm 10\%$  не превышает  $\pm 0,3\%$ .
4. Изменение частоты после предварительного самопрогрева не превышает  $\pm 100 \cdot 10^{-4} f_n (\pm 1\%)$  за один час работы.
5. Изменение частоты при изменении сопротивления нагрузки от значения холостого хода до максимального значения или при регулировке выходного напряжения в пределах от 0,5 до 5 В не превышает  $\pm 15 \cdot 10^{-4} f_n (\pm 0,15\%)$ .
6. Номинальное значение выходного напряжения синусоидального сигнала при сопротивлении нагрузки  $600 \pm 6$  Ом равно 5 В.
7. Генератор имеет выход на частотомер с напряжением не менее 1,5 В на сопротивлении нагрузки  $10 \pm 0,5$  кОм.
8. Основная приведенная погрешность измерителя уровня для синусоидального сигнала не превышает  $\pm 6\%$ .

9. Дополнительная погрешность измерителя уровня выходного сигнала от изменения температуры на  $10^\circ\text{C}$  не превышает  $\pm 1\%$ .
10. Плавная регулировка выходного напряжения синусоидального сигнала осуществляется от номинального значения до уровня -22 дБ.
11. Дискретная регулировка напряжения синусоидального сигнала делителем осуществляется ступенями через 20 дБ от 0 до -60 дБ.
12. Зависимость выходного напряжения синусоидального сигнала от частоты относительно уровня на частоте 1000 Гц не превышает в нормальных условиях  $\pm 8\%$ , в интервале рабочих температур  $\pm 12\%$ .
13. Коэффициент гармоник синусоидального сигнала при номинальном выходном напряжении на сопротивлении нагрузки  $600 \pm 6$  Ом не превышает:  
 в нормальных условиях  
 0,5% от 20 до 200 Гц;  
 0,3% от 200 Гц до 20 кГц  
 1% от 20 до 200 кГц
14. Генератор имеет дополнительный режим прямоугольного сигнала со следующими характеристиками:  
 - частота следования соответствует частоте синусоидального сигнала,  
 - максимальное значение амплитуды выходного напряжения не менее 5 В,  
 - основная приведенная погрешность измерителя уровня для прямоугольного сигнала не превышает  $\pm 20\%$ ;  
 - длительность фронта и среза прямоугольного сигнала при сопротивлении нагрузки  $600 \pm 6$  Ом не превышает 150 нс во всем диапазоне частоты следования;  
 - скважность прямоугольного сигнала при сопротивлении нагрузки  $600 \pm 6$  Ом составляет  $2 \pm 0,3$  во всем диапазоне частоты следования.
15. Генератор имеет режим внешней синхронизации синусоидальным сигналом. Полоса синхронизации при значении напряжения синхронизирующего сигнала 5 В не менее  $\pm 2,5\%$ . Входное сопротивление синхровхода не менее 20 кОм.

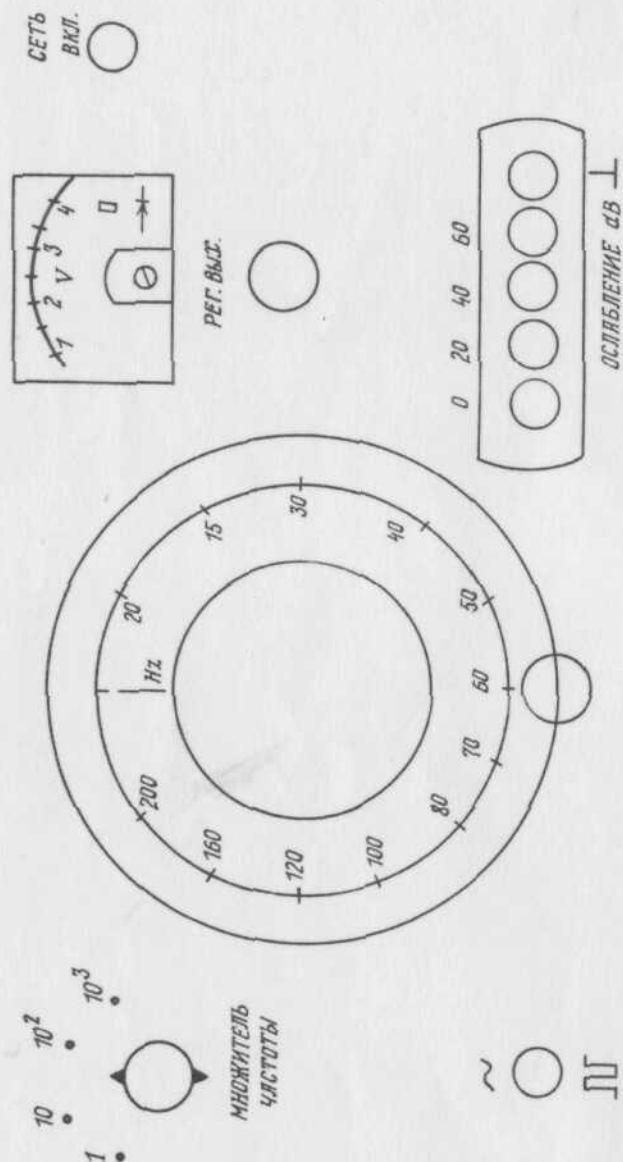


Рис.2

16. Питание генератора осуществляется от сети переменного тока напряжением  $220 \pm 22$  В, частотой  $50 \pm 0,5$  Гц и содержанием гармоник до 5%, мощность, потребляемая генератором 20 В·А, время прогрева в течение 5 минут.

#### Назначение ручек управления

На переднюю панель генератора (рис.2) выведены следующие органы управления:

- ручка "множитель частоты" - для переключения поддиапазонов;
- тумблеры " $\sim$ " и " $\square$ " - для переключения режима работы генератора;
- ручка и шкала "Hz" - для плавной установки частоты;
- ручка "рег. выс." и шкала измерителя уровня - для плавной регулировки выходного напряжения;
- гнезда "ослабление, dB" - для дискретной регулировки выходного напряжения;
- тумблер "сеть" - для включения и выключения питания генератора.

На заднюю стенку генератора выведены:

- тумблер "220V -115V",
- предохранители 0,5 А и 0,25 А;
- разъем "115V 400Hz, 220V 400Hz, 220V 50Hz, +26V"
- счетчик времени наработки;
- клемма  $\perp$
- гнездо "частотомер" - для подачи сигнала на частотомер;
- гнездо "синх." - для подачи синхронизирующего напряжения от внешнего источника.

#### ГЕНЕРАТОР ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ИМПУЛЬСОВ Г5-54

##### Назначение

Прибор выдает видеопульсы прямоугольной формы обеих полярностей в диапазоне длительностей основных импульсов от 0,5 до 1000 мкс.

### Технические данные

1. Длительность основных импульсов ( $t_{и}$ ) регулируется плавно-ступенчато (8 поддиапазонов) от 0,1 до 1000 мкс.

Основной диапазон регулировки при скважности более 5.

Погрешность установки длительности основных импульсов в основном диапазоне не превышает  $\pm(0,1 t_{и} + 0,03 \text{ мкс})$ .

2. Максимальная амплитуда основных импульсов  $U_m$  на внешней нагрузке 500 Ом с параллельной емкостью 50 пФ – не менее 50 В.

Обеспечивается плавная регулировка амплитуды от  $U_m$  до 0,3  $U_m$  и ступенчатое ослабление с коэффициентами  $\times 1$ ;  $\times 0,3$ ;  $\times 0,1$ ;  $\times 0,03$ .

Погрешность установки амплитуды в пределах плавной ступенчатой регулировки не превышает  $\pm(0,1 U + K \cdot 1 \text{ В})$ , где  $K$  – коэффициент ступенчатого ослабления.

3. Временной сдвиг (задержка) основного импульса относительно синхроимпульса регулируется плавно-ступенчато от 0,1 до 1000 мкс. Значение задержки не должно превышать 0,5 периода повторения основных импульсов. Погрешность установки временного сдвига в основном диапазоне не превышает  $\pm(0,1 D + 0,03 \text{ мкс})$ , где  $D$  – задержка.

4. Частота повторения импульсов  $F$  при внутреннем запуске регулируется плавно-ступенчато (8 поддиапазонов) от 0,01 до 100 кГц. Погрешность установки частоты повторения импульсов не превышает  $\pm 0,1 F$ .

5. Внешний запуск прибора обеспечивается импульсами, синусоидальным напряжением и механическим однократным пускателем (кнопкой).

6. Прибор выдает синхроимпульсы со следующими параметрами: полярность переключаемая (положительная и отрицательная); длительность 0,3–1,0 мкс;

максимальная амплитуда не менее 10 В (но не более 15 В) на нагрузке 1 кОм с параллельной емкостью 50 пФ.

### Расположение органов управления

На лицевой панели генератора Г5-54 показаны (Рис. 3): тумблер "Сеть" и индикаторная лампа включения; группа кнопок "Запуск";

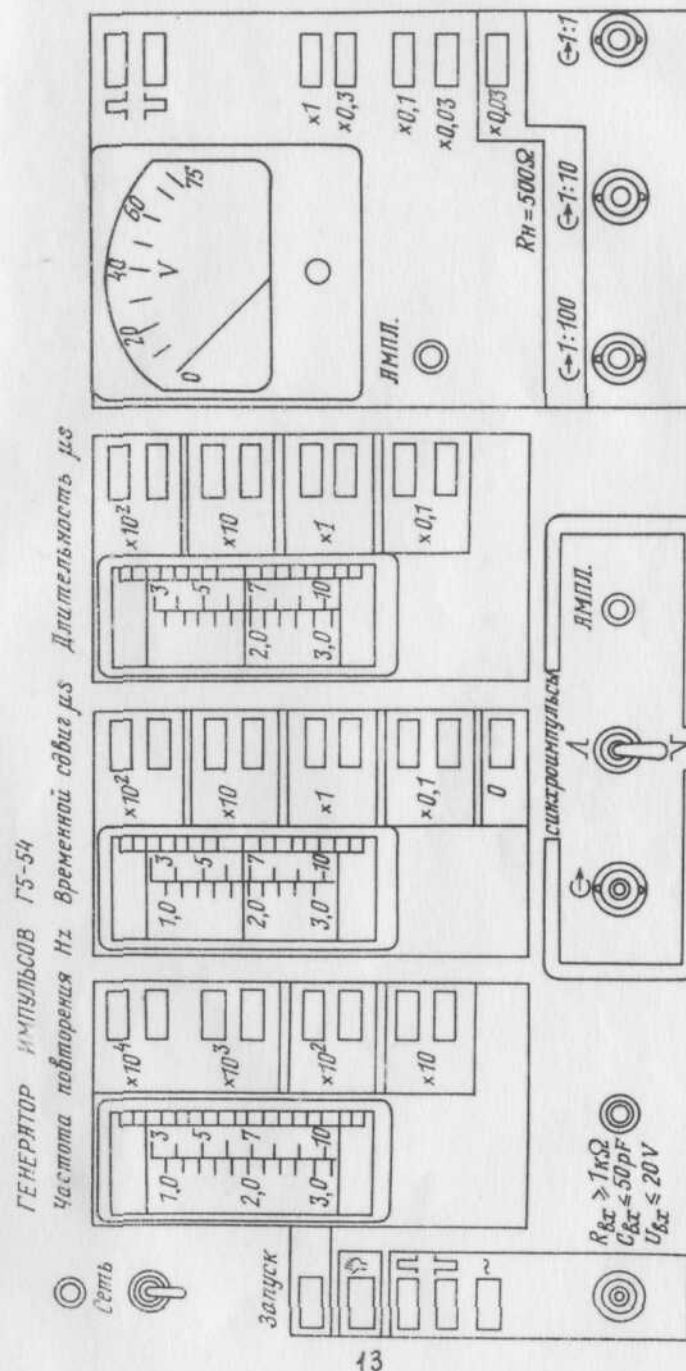


Рис. 3

группа кнопок "Частота повторения" содержит шкальное устройство плавной регулировки частоты повторения и переключатель поддиапазонов частоты повторения;

группа кнопок "Временной сдвиг" содержит шкальное устройство плавной регулировки временного сдвига основного импульса относительно синхроимпульса и переключатель поддиапазонов временного сдвига;

группа кнопок "Длительность" содержит шкальное устройство плавной регулировки длительности основного импульса и переключатель поддиапазонов длительности основных импульсов;

группа выхода основных импульсов имеет выходные гнезда 1; 100, 1:10, 1:1, ручку плавной регулировки амплитуды, переключатель делителя амплитуды основного импульса; вольтметр (отсчет по шкале измерительного прибора производится в вольтах с учетом включенного делителя амплитуды и коэффициента деления выходного гнезда) и переключатель полярности основных импульсов.

#### УНИВЕРСАЛЬНЫЙ АНАЛОГОВЫЙ ВОЛЬТМЕТР В7-26

##### Назначение

Вольтметр универсальный В7-26 предназначен для измерения постоянного, переменного синусоидального напряжений и сопротивления постоянному току.

##### Технические данные

1. Диапазон измеряемых прибором постоянных напряжений от 30 мВ до 300 В с делителем 1000 В.
2. Диапазон измеряемых прибором переменных напряжений по низкочастотному входу от 200 мВ до 300 В в области частот от 20 Гц до 20 кГц.
3. Диапазон измеряемых прибором переменных напряжений по высокочастотному входу от 200 мВ до 100 В в области частот от 1 кГц до 1000 МГц.
4. Основная погрешность прибора при измерении постоянного напряжения  $\pm 2,5 U_{кз}$ .
5. Основная погрешность при измерении переменного напряжения на низкочастотном входе  $\pm 4,0\% U_{кз}$ .
6. Основная погрешность прибора при измерении переменного напря-

жения на высокочастотном входе  $\pm 4,0\% U_{кз}$  на поддиапазонах 3-100 В в области частот 1 кГц-100 МГц.

7. Активное входное сопротивление прибора не менее:

30 МОм - при измерении постоянного напряжения;

5 МОм - при измерении переменного напряжения частотой до 5 кГц через входные клеммы;

75 кОм - при измерении переменного напряжения частотой до 100 кГц с пробником.

8. Входная емкость прибора не превышает 20 пФ при измерении через входные клеммы (без емкости соединительных проводов).

9. Питание прибора от сети переменного тока напряжением  $220 \pm 22$  В, частотой 50  $\pm 0,5$  Гц.

##### Расположение органов управления

Лицевая панель представлена на рис.4.

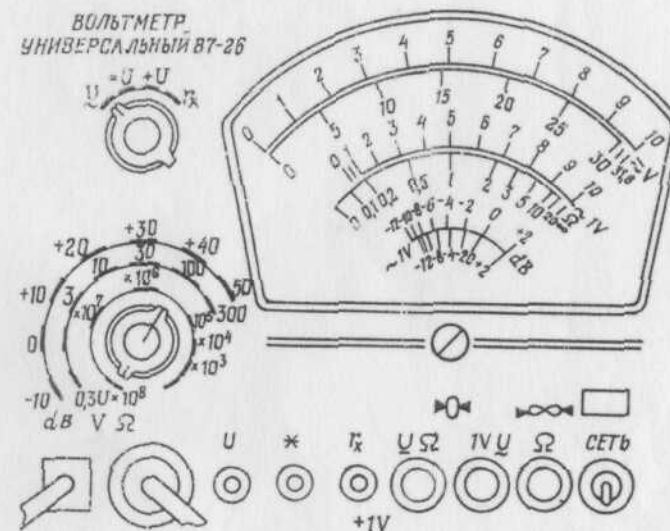


Рис.4

На передней панели прибора расположены:  
измерительный показывающий прибор;  
ручка переключения рода работ;



ручка переключения поддиапазонов измерения;  
 входные клеммы  $U$ ;  $*$ ;  $R_x$   
 ручка потенциометра установки электрического нуля при измерении переменного напряжения  $\triangleright 0 \leftarrow, IV, U$ ;  
 ручка потенциометра установки бесконечности при измерении сопротивления постоянному току  $\triangleright \infty \leftarrow, \Omega$ ;  
 гнездо для пробника;  
 индикатор включения прибора;  
 тумблер включения напряжения сети "Сеть";  
 вывод шнура пробника.

#### ЦИФРОВОЙ ВОЛЬТМЕТР В7-20

##### Назначение

Вольтметр В7-20 предназначен для измерения напряжений постоянного и переменного токов, силы постоянного тока и сопротивлений.

##### Технические данные

1. Диапазоны измерений напряжений, силы постоянного тока и сопротивлений соответствуют значениям, указанным в таблице.

Наименование измеряемых величин и единица измерений	Диапазон измерений
Напряжение постоянного тока, В	$1 \cdot 10^{-3} - 999$
Напряжение переменного тока, В	$1 \cdot 10^{-3} - 999$
Сила постоянного тока, мА	$1 \cdot 10^3 - 999$
Активное сопротивление, Ом	$1 - 999 \cdot 10^3$

2. Частотный диапазон измеряемых напряжений переменного тока:

от 45 Гц до 20 кГц - на пределах "1", "10", "100";  
 от 45 Гц до 1 кГц - на пределе "1000".

3. Погрешности измерения напряжений постоянного и переменного токов, силы постоянного тока и активных сопротивлений указаны в таблице.

Наименование измеряемых величин	Погрешность в %	
	основная	дополнительная
Напряжение постоянного тока	$\pm(0,5+0,1 U_{кз}/U)$	$\pm(0,1+0,03 U_{кз}/U_x)$
Напряжение переменного тока	$\pm(1+0,2 U_{кз}/U_x)$	$\pm(0,2+0,03 U_{кз}/U_x)$
Сила постоянного тока	$\pm(1+0,1 I_{кз}/I_x)$	$\pm(0,2+0,03 I_{кз}/I_x)$
Сопротивление	$\pm(1+0,1 R_{кз}/R_x)$	$\pm(0,2+0,03 R_{кз}/R_x)$

Примечание:  $U_{кз}$ ;  $I_{кз}$ ;  $R_{кз}$  - конечные значения пределов измерений;  $U_x$ ,  $I_x$ ,  $R_x$  - показания приборов.

4. Входное сопротивление при измерении напряжений не менее:

1 МОм - на пределах "1" и "10"

5 МОм - на пределах "100" и "1000".

Входная емкость при измерении напряжения переменного тока - не более 150 пФ.

5. Питание прибора - от сети 220 В  $\pm 10\%$ , частотой 50 Гц  $\pm 1\%$ .

##### Расположение органов управления

На передней и задней панелях вольтметра В7-20 (рис. 5 а, б) расположены: переключатель "Род работы"; переключатель "Предел"; цифровой индикатор; входные клеммы.

#### АВОМЕТР Ц4315

##### Назначение

Комбинированный прибор Ц4315 предназначен для измерения силы и напряжения постоянного тока, действующего значения силы и напряжения переменного тока практически синусоидальной формы, сопротивления постоянному току, емкости, уровня передачи переменного напряжения.

##### Техническая характеристика

Пределы измерения:

напряжения постоянного тока 75 мВ - 1-2,5-5-10-25-100-250-500-1000 В;

напряжения переменного тока 1-2,5-5-10-25-100-250-500-1000 В;



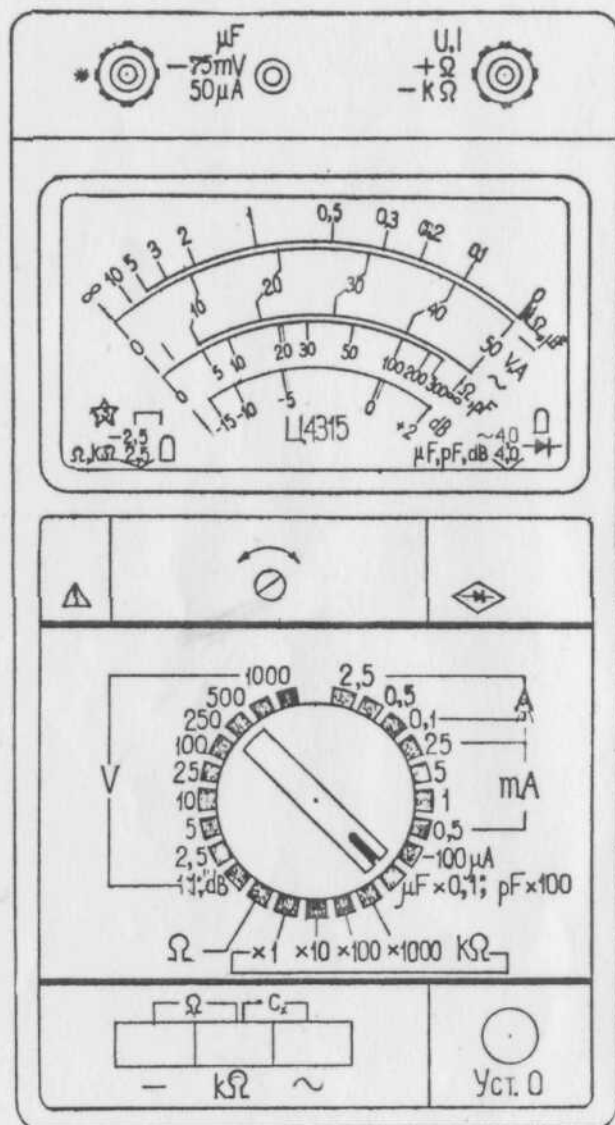


Рис. 6

жение "Ω". Ручкой установки нуля омметра установите стрелку на отметку "∞" шкалы "Ω", "pF". Если этого сделать не удастся, смените источник питания. Присоедините к зажимам прибора измеряемое сопротивление. Отсчет — по шкале "Ω, pF". Измерение сопротивлений до 500 кОм.

Нажмите кнопку "кΩ". Подключите провода к зажимам прибора и замкните их накоротко. Переключатель пределов измерения установите в положение "кΩ" (кроме "кΩ x1000"). Ручкой установки нуля омметра установите стрелку на нулевую отметку шкалы "кΩ, μF". Провода разомкните и присоедините измеряемое сопротивление. Отсчет — по шкале "кΩ, μF".

Измерение емкости конденсаторов

Источником питания служит сеть переменного тока частотой 50 Гц напряжением 198–242 В. Нажмите одновременно кнопки "кΩ" и "∞", что соответствует "Сх". Переключатель пределов измерения установите в положение "μF x0,1...". Сеть подключите к зажимам прибора. Ручкой установки нуля установите стрелку на нулевую отметку шкалы "кΩ, μF". Конденсатор (кроме электролитического!) подключите к зажиму "✱" и к гнезду "μF". Отсчет — по шкале "кΩ, μF".

При измерении малых емкостей ручкой установки нуля установите стрелку на отметку "∞" шкалы "Ω, pF". Источник питания отключите от зажима "U, I, +Ω, -кΩ, pF" и между зажимом и свободным концом источника включите измеряемую емкость. Отсчет — по шкале "Ω, pF".

Измерение уровня передачи напряжения переменного тока

При измерении уровня передачи переменного напряжения на пределе 1 В отсчет производите непосредственно по шкале "dB". При переходе на другие пределы переменного напряжения показания прибора по шкале "dB" увеличивают в соответствии с таблицей.

Предел, В	1	2,5	5	10	25	100	250	500	1000
Увеличение отсчетов по шкале	0	+8	+14	+20	+28	+40	+48	+54	+60

### Назначение

Предназначен для автоматического измерения частоты электрических колебаний; периода электрических колебаний; интервала времени; длительности импульсов; отношения частот; выдачи кодированных сигналов результатов измерений; выдачи сигналов кварцованных частот от 0,1 Гц до 10 МГц декадными ступенями.

### Технические характеристики

1. Прибор измеряет частоту синусоидального сигнала по входу " $\rightarrow$ ) А" в диапазоне частот 10 Гц  $\pm$  50 МГц;
  - а) динамический диапазон входных напряжений при положении attenuатора "1:1" составляет 0,1-1,5 В эфф;
  - б) коэффициент деления attenuатора 1:10 и 1:100;
  - в) максимально допустимое входное напряжение при положении attenuатора 1:100 - 100 В эфф в диапазоне частот 10 Гц - 20 МГц и 10 В эфф в диапазоне частот 20-50 МГц.
2. Прибор измеряет по входу " $\rightarrow$ ) А" частоту периодического импульсного сигнала в диапазоне частот 10 Гц - 5 МГц любой полярности, имеющего не более двух экстремальных значений за период, длительностью не менее 0,5 мкс в диапазоне частот 10-200 Гц и 0,01 мкс в диапазоне частот 200 Гц - 5 МГц. Динамический диапазон входных напряжений в положении attenuатора "1:1" составляет 0,3-4 В.  
 Максимально допустимое входное напряжение при положении attenuатора "1:100" - 100 В.
3. Прибор измеряет по входу " $\rightarrow$ ) В" один период или средний из  $10$ ,  $10^2$ ,  $10^3$ ,  $10^4$  периодов электрических колебаний:
  - а) синусоидального напряжения с периодом от 100 до  $10^{-5}$  с частотой 0,01 Гц - 100 кГц;
  - б) импульсных сигналов обеих полярностей с длительностью импульсов не менее 0,1 мкс в диапазоне частот 0,01 Гц - 100 кГц. Динамический диапазон входных напряжений в положении attenuатора "1:1" и "50 Ом" составляет:
    - а) 0,5-2 В эфф для синусоидального сигнала;
    - б) 0,5-2 В для импульсного сигнала; коэффициенты деления attenuатора "1:3", "1:10", "1:30" и "1:100".

Максимально допустимое входное напряжение при положении attenuатора "1:100" равно 100 В эфф для синусоидального сигнала и 100 В для импульсного сигнала.

Прибор позволяет плавно изменять уровень запуска по входу "В" в пределах  $\pm 1$  В при положении attenuатора "1:1",  $\pm 3$  В при положении attenuатора "1:3" и т.д.

4. Прибор измеряет отношение частот синусоидальных и импульсных сигналов в пределах от 1:1 до  $(10^9-1):1$ .
5. Прибор измеряет по входам " $\rightarrow$ ) В" и " $\rightarrow$ ) Г" интервалы времени между импульсами и длительности импульсов любой полярности от 1 мкс до 100 с. Минимальная длительность входных импульсов:
  - а) 0,1 мкс при измерении интервалов времени;
  - б) 1 мкс при измерении длительности импульсов.
 Динамический диапазон входных напряжений по абсолютному значению в положении attenuаторов обоих входов "1:1" и "50 Ом" составляет 0,5-2 В, коэффициенты деления attenuаторов 1:3, 1:10, 1:30 и 1:100. Максимальная амплитуда входных сигналов 100 В при положении attenuаторов "1:100".
6. Прибор имеет режим самоконтроля на собственных частотах 1; 10; 100 кГц и 1, 10 МГц за времена измерения 0,001; 0,01; 0,1; 1 и 10 с.
7. Метки времени (длительность счетных импульсов) при измерении периодов, интервалов времени и длительностей импульсов равны 0,1; 1; 10; 100; 1000 мкс.
8. Прибор сохраняет все технические характеристики при работе от внешнего источника образцовой частоты 1 МГц  $\pm$  0,3% или 5 МГц  $\pm$  0,3% с уровнем 1-5 В эфф.
9. Прибор выдает импульсные образцовые частоты от 0,1 Гц до 1 МГц декадными ступенями с погрешностью частоты внутреннего кварцевого генератора или внешнего образцового источника частоты с уровнем 1 В на нагрузке 10 кОм.
10. Прибор выдает напряжение частоты 10 МГц с уровнем 0,5 В эфф на нагрузке 1 кОм и емкости 50 пФ.
11. Входное сопротивление прибора 10 кОм при входной емкости 80 пФ по входу " $\rightarrow$ ) А", 1 кОм входной емкости 100 пФ по входам " $\rightarrow$ ) В" и " $\rightarrow$ ) Г".



12. Прибор имеет режим запуска: автоматический, ручной, а также режим дистанционного запуска импульсом отрицательной поларности с параметрами: амплитуда импульса в пределах 3-10 В; длительность импульса не менее 5 мкс; длительность переднего фронта не более 1 мкс; период повторения импульсов запуска или нажатия кнопки "ПУСК" при ручном пуске ( $T_{зап}$ ):  
 $T_{зап} > t_{сч} + t_{инд}$ ,  
 где  $t_{сч}$  - время счета в секундах,  $t_{инд}$  - требуемое время индикации в секундах, но не менее 0,3 с,  $T_{зап}$  - при измерении интервалов времени, длительности импульсов, периодов и отношения частот без использования множителя периодов, период повторения импульсов запуска  $T_{зап} > t_{сч} + t_{инд} + T$ ,  
 где  $T$  - период следования сигнала (импульсного или синусоидального), определяющего начало счета в сек;  
 $T_{зап}$  - при измерении периодов и отношения частот с использованием множителя периода  $T_{зап} > t_{сч} + t_{инд} + 2T$ .  
 Входное сопротивление по входу внешнего запуска составляет 1 кОм при параллельной емкости 150 пФ.
13. Прибор выдает уровни напряжений, характеризующие результаты измерений в двоично-десятичном коде 1-2-4-8. Выходное сопротивление нагрузки не менее 10 кОм для всех выходов.
14. Прибор обеспечивает выделение целого числа единиц измерения и указание размерности измеряемой величины: частоты - в "kHz", периода, временного интервала, длительности импульса в "mS" или "μS"; прибор имеет систему "памяти" результатов измерений, емкость счетчика  $10^9-1$ .
15. Прибор обеспечивает время индикации результатов измерения при автоматическом режиме запуска в пределах от 0,3 с до 5 с  $\pm 50\%$ .
16. Прибор рассчитан на длительную непрерывную работу в рабочих условиях в течение 16 часов. Время безотказной работы 750 часов.
17. Нормальные условия эксплуатации прибора: окружающая температура  $+20^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ ; относительная влажность воздуха  $65 \pm 15\%$  при температуре воздуха  $+20^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ , атмосферное давление  $750 \pm 30$  мм рт.ст.
18. Рабочие условия эксплуатации прибора: окружающая температура

- от минус 30 до  $+50^\circ\text{C}$ ; относительная влажность воздуха 98% при температуре воздуха  $+35^\circ\text{C}$ .
19. Номинальное значение частоты внутреннего кварцевого генератора 5 МГц для прибора ЧЗ-35 и 1 МГц для прибора ЧЗ-35А.
20. Основная относительная погрешность измерения частоты прибором не более суммарной погрешности ( $\gamma_f$ ):  

$$\gamma_f = \pm (\gamma_0 + 1/(f T_{изм})) 100 \%,$$
 где  $\gamma_0 = \pm 10^{-7}$  - основная относительная погрешность внутреннего кварцевого генератора или внешнего источника образцовой частоты;  $f$  - измеряемая частота в Гц;  $T_{изм}$  - время измерения в сек.
21. Основная относительная погрешность измерения периода прибором не более суммарной погрешности ( $\gamma_T$ ):  
 а) при синусоидальном сигнале и при отношении  $U$  сигнала к  $U$  помехи не менее 40 дБ:  $\gamma_T = \pm (\gamma_0 + 0,003/n + T_0/(n T)) 100 \%$ ;  
 б) при импульсном сигнале с длительностью фронтов входных импульсов не более половины периода меток времени:  

$$\gamma_T = (\gamma_0 + T_0/(n T)) 100 \%,$$
 где  $\gamma_0$  - основная относительная погрешность частоты внутреннего кварцевого генератора или внешнего источника образцовой частоты;  $T$  - измеренный период в сек;  $T_0$  - период следования меток времени в сек;  $n$  - коэффициент умножения периода.  
 При длительности фронтов более половины периода меток времени возникает дополнительная составляющая погрешности ( $\gamma_{т доп}$ ), вызванная смещением уровня срабатывания формирующего устройства вдоль фронтов импульсов при наличии помехи:  $\gamma_{т доп} < (t_{ф}/(n T)) 100\%$ ,  
 где  $t_{ф}$  - длительность фронта импульса, по которому производится измерение в сек.
22. Основная относительная погрешность измерения отношения частот ( $\gamma_{отн}$ ) не более суммарной погрешности:  
 а) при синусоидальном сигнале ниже из сравниваемых частот:  

$$\gamma_{отн} = \pm (0,003/n + f_n/(n f_a)) 100 \%.  
 Отношение  $U$  сигнала к  $U$  помехи при синусоидальном сигнале ниже из сравниваемых частот должно быть не менее 40 дБ;  
 б) при импульсном сигнале ниже из сравниваемых частот и при длительности фронтов импульсов ниже частоты не более поло-$$

вины периода высшей из сравниваемых частот:  $\gamma_{отн} = (f_n / (n f_g)) 100\%$ ,  
 где  $f_g, f_n$  - высшая и низшая из сравниваемых частот, в Гц;  $n$  - коэффициент умножения периода.

При длительности фронтов импульсных сигналов более половины периода высшей из сравниваемых частот возникает дополнительная составляющая погрешность ( $\gamma_{отн. доп.}$ ), вызванная смещением уровня срабатывания формирующего устройства вдоль фронтов импульсов при наличии помехи:  $\gamma_{отн. доп.} \leq (t_{\phi} f_n / n) 100\%$ ,  
 где  $t_{\phi}$  - длительность фронта, по которому производится измерение, в сек.

23. Основная относительная погрешность измерения интервалов времени и длительности импульсов ( $\gamma_{и}$ ) при длительности фронтов измеряемых импульсов не более половины периода меток времени не превышает суммарную погрешность:  $\gamma_{и} = \pm (\gamma_0 + T_0 / T_{и}) 100\%$ ,  
 где  $\gamma_0$  - основная относительная погрешность частоты внутреннего кварцевого генератора или внешнего источника образцовой частоты;  $T_0$  - период следования меток времени, в секундах;  $T_{и}$  - измеряемый интервал времени, в секундах.

При длительности фронтов более половины периода меток времени возникает дополнительная составляющая погрешности ( $\gamma_{и доп.}$ ), вызванная смещением уровня срабатывания формирующих устройств вдоль фронтов импульсов:  $t_{и доп.} \leq [(t_{\phi 1} + t_{\phi 2}) / T_{и}] 100\%$ ,  
 где  $t_{\phi 1}$  и  $t_{\phi 2}$  - длительности фронтов импульсов, определяющих начало и конец счета.

24. Дополнительная относительная погрешность измерения частоты, периода, интервалов времени и длительностей импульсов в рабочем диапазоне температур определяется дополнительной погрешностью  $\Delta t$  (ТКЧ) внутреннего кварцевого генератора или внешнего образцового источника частоты.

25. Суммарная относительная погрешность измерения частоты, периода, интервалов времени и длительностей импульсов в рабочем диапазоне температур определяется по формулам, приведенным в п.п. 21, 22, 23, 24 с учетом  $\Delta t$  (ТКЧ).

26. Прибор питается от сети переменного тока:  $220 \pm 22$  В с частотой сети  $50 \pm 0,5$  Гц; мощность потребления не более 100 В·А.

## Описание прибора

Принцип действия частотомера основан на подсчете числа периодов неизвестной частоты за известный, высокоточный отрезок времени, называемый временем измерения. При времени измерения в 1 секунду количество подсчитанных периодов и есть значение измеряемой частоты в герцах. На цифровом табло прибора автоматически регистрируется результат измерения с указанием порядка и размерности.

При измерении периода или временных интервалов время измерения равно измеряемому периоду или временному интервалу, а подсчитываемые за это время колебания образуются декадным делением и умножением частоты опорного генератора и называются метками времени.

При измерении отношения частот время измерения равно периоду низшей из сравниваемых частот, в течение которого подсчитывается количество колебаний высшей из сравниваемых частот.

Измерение частоты производится по схеме рис. 7, где измеряемая частота через входное формирующее устройство "А" и главный селектор поступает на блок счетных декад.



Рис. 7

Селектор открывается строб-импульсом, вырабатываемым схемой автоматики, которая управляется выходными импульсами генератора меток времени.

Измерение периода производится по схеме рис. 8.



Рис.8

Входной сигнал через входное формирующее устройство "В" поступает на автоматику, формирующую строб-импульс.

Длительность строб-импульса равна периоду измеряемого сигнала. На вход счетчика декад поступают метки с генератора меток времени.

Более точное измерение периода производится с использованием декадных делителей частоты. В этом случае входной сигнал после формирования поступает на декадные делители, где его период умножается в  $10$ ,  $10^2$ ,  $10^3$  или  $10^4$  раз, а затем поступает на схему автоматики. Длительность строб-импульса в этом случае равна периоду измеряемого сигнала, умноженному на коэффициент деления используемого делителя.

Измерение отношения частот производится по схеме рис.9. Низшая из частот формируется входным формирующим устройством "В" и управляет схемой автоматики. Высшая из сравниваемых частот усиливается входным формирующим устройством "А" и через селектор подается на вход счетных декад.

Измерение интервала времени и длительности импульса производится по структурной схеме рис.10.

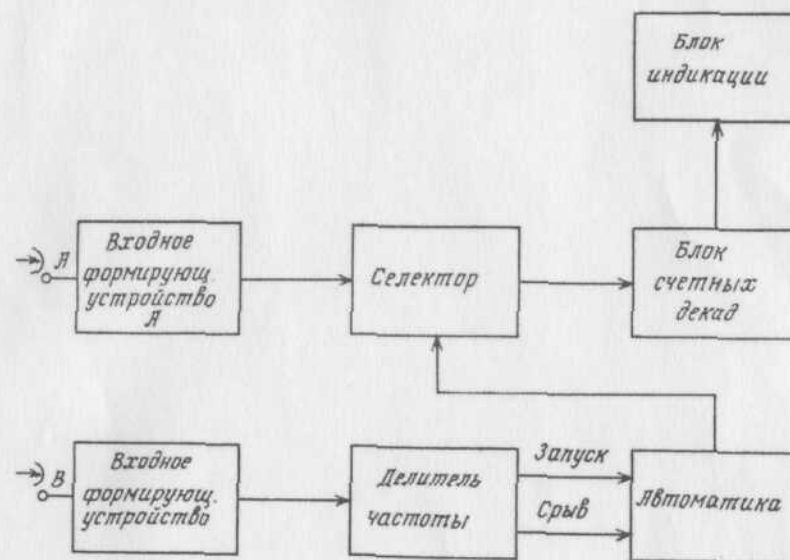


Рис.9

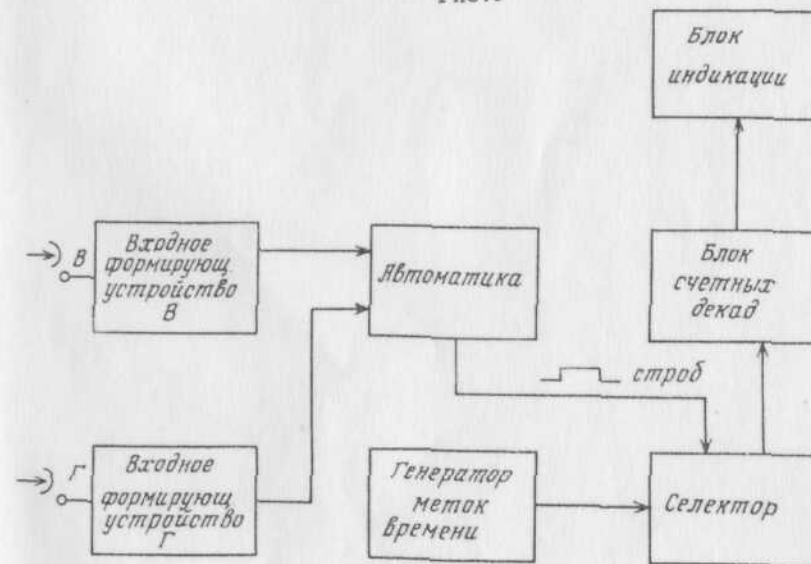


Рис.10

Импульсы, интервал времени между которыми нужно измерить, подаются на входные формирующие устройства "В" и "Г". Схема автоматики вырабатывает строб-импульс, длительность которого равна измеряемому интервалу времени. На счетные декады поступают метки от генератора меток времени. При измерении длительностей импульса входной сигнал подается одновременно на входы " $\rightarrow$ В" и " $\rightarrow$ Г", а выбор фронта для запуска и срыва автоматики производится тумблерами "J L".

С а м о к о н т р о л ь прибора производится по структурной схеме рис.11.

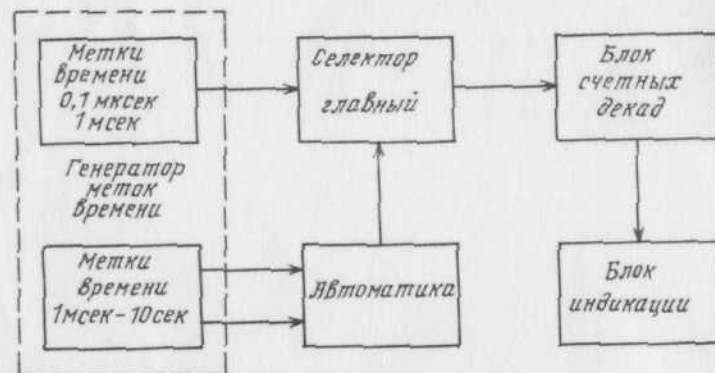


Рис.11

На блок счетных декад поступают внутренние метки времени от генератора меток времени. Автоматика управления метками, только более низкочастотными, от того же генератора меток времени.

О р г а н ы у п р а в л е н и я, расположенные на лицевой панели, представлены на рис.12.

- переключатель "Метки времени", которым производится выбор частоты заполнения при измерении периода, интервалов времени и т.п.;

- переключатель "Время измерения" (множитель периода), которым производится выбор времени измерения, в течение которого происходит счет. При измерении периода переключателем выбирается требуемый коэффициент умножения периода входного сигнала;

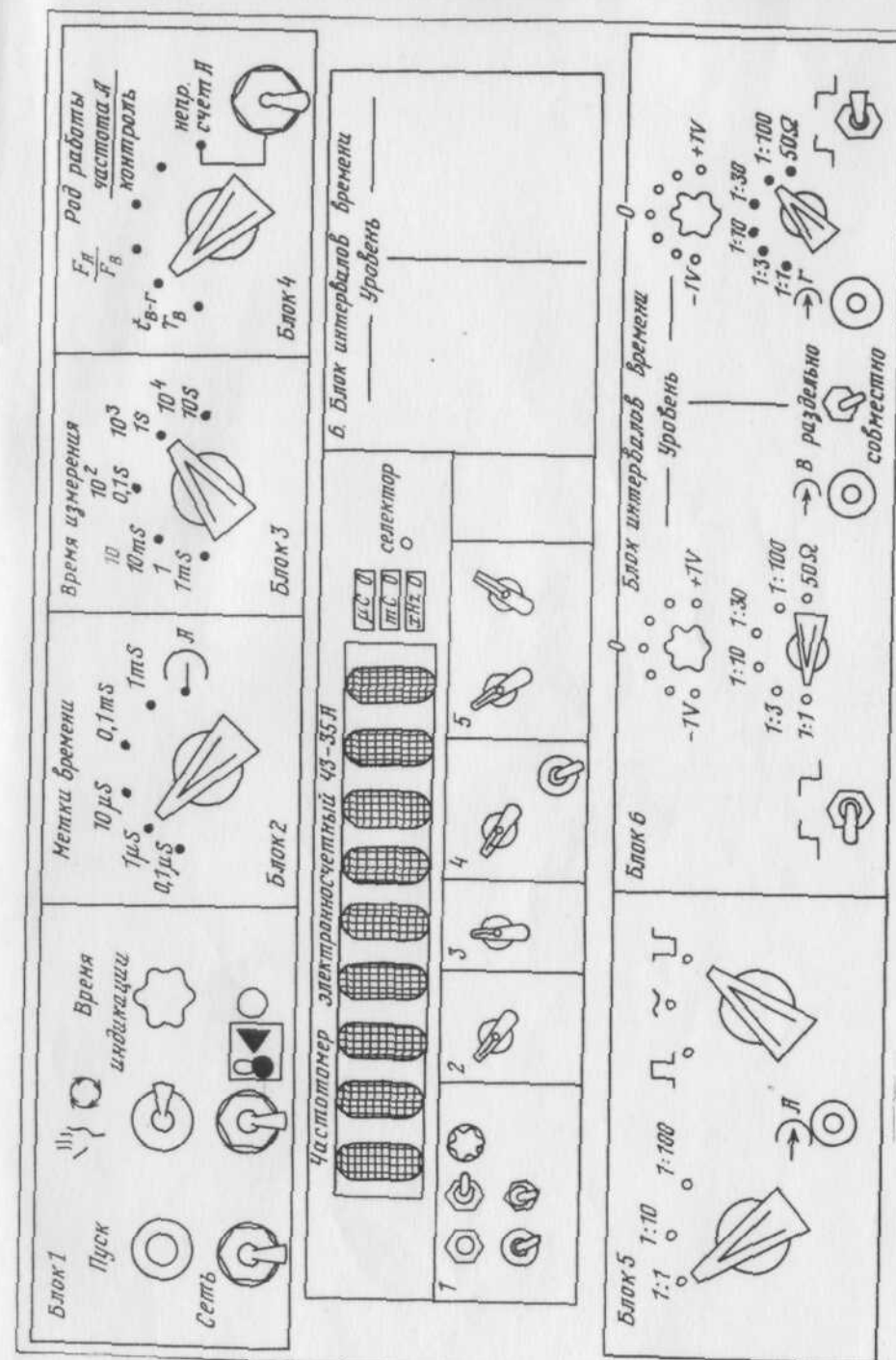


Рис.12



- переключатель "Род работы", который обеспечивает взаимное соединение блоков и узлов прибора при различных измерениях;
- гнездо " $\rightarrow A$ ", аттенюатор "1:1, 1:10, 1:100" и переключатель режима " $\sim$ ", использующие при измерениях частоты;
- тумблеры "Сеть" и " $\square \leftarrow$ " для включения прибора и БГК (блок генератора кварцевого), соответственно;
- тумблер для переключения режима работы " $\sim$  ○ " кнопка "Пуск". При положении тумблера " $\sim$ " запуск прибора производится нажатием кнопки "ПУСК" или подачей импульсов от внешнего источника на гнездо "ЗАПУСК", находящееся на задней панели прибора.

На панели блока интервалов времени размещаются гнезда " $\rightarrow B$ " и " $\rightarrow G$ " с соответствующими аттенюаторами "1:1, 1:3, 1:10, 1:30, 1:100, 50 Ом"; переключателями фронтов импульсов " $\square$ " и регулировками уровня "Уровень".

Тумблер "Раздельно-Совместно" позволяет сохранять согласованный вход 50 Ом при подаче входного сигнала на **запараллеленные** входы формирователей " $\rightarrow B$ " и " $\rightarrow G$ ".

На задней панели прибора размещаются:

- ручка резистора "Корректор ГК", которым производится установка номинала частоты генератора кварцевого;
- тумблер "Память" для включения памяти системы индикации;
- гнездо и тумблер "Внешний генератор" для подключения внешнего образцового источника частоты;
- гнездо "Запуск" для подачи импульсов запуска при дистанционном запуске прибора;
- гнезда "Метки НЧ", "Метки ВЧ" и "10 MHz" для выдачи образцовых частот декадными ступенями 0,1 Гц - 1 кГц, 1 кГц - 1 МГц и 10 МГц соответственно;
- тумблер "Фильтр", который включается при измерении низких частот.

#### Порядок работы с частотомером

##### А. Подготовка к измерениям

1. Включить тумблеры "Сеть" и " $\square \leftarrow$ " при работе от внутреннего кварцевого генератора, тумблер "Внешний генератор" должен находиться в нижнем положении.

При включении прибора должна загореться лампочка индикации

работы термостата и девять ламп ИИ-14 индикаторного табло.

2. Прогреть прибор в течение 1-2 часов. После прогрева блока кварцевого генератора лампа индикации работы термостата периодически загорается и гаснет.

##### Б. Проверка работоспособности

После включения прибора производится проверка правильности работы основных узлов прибора.

1. Установить тумблер " $\sim$  ○ " в положение " ○ ".
2. Установить ручку "Время индикации" в положение, обеспечивающее удобное время индикации.
3. Поставить переключатель "Род работы" в положение " $\frac{\text{Частота } A}{\text{Контроль}}$ ".
4. Произвести несколько отсчетов для каждого положения переключателя "Метки времени": "0,1 мс"; "1 мс"; "10 мс"; "0,1 мс"; "1 мс".

При этом изменять положение переключателя "Время измерения" от "1 мс" до "10 с".

5. Перед проведением измерений необходимо убедиться, что величины сигналов, которые будут подаваться на входы прибора, не превышают допустимых.

##### В. Отсчет показаний и погрешности измерений

1. Прибор обеспечивает прямой отсчет результатов измерения с автоматической индикацией размерности. Три младшие декады индицируют показания только после окончания счета.
2. Погрешности измерений в нормальных условиях приведены в технических характеристиках п.п.21-26.

##### Г. Порядок выключения прибора

Выключение прибора производится тумблерами "Сеть" и " $\square \leftarrow$ ". Положение всех остальных органов управления - произвольное.

##### Д. Измерение частоты по входу " $\rightarrow A$ "



1. Поставить переключатель "Род работы" в положение " $\frac{\text{Частота } A}{\text{Контроль}}$ ".
2. Произвести проверку работоспособности прибора.
3. Поставить переключатель "Метки времени" в положение " $\rightarrow A$ ", а аттенюатор канала "А" в положение "1:100".
4. Поставить переключатель полярности запуска канала "А" в положение, соответствующее форме входного сигнала.

5. Установить переключатель "Время измерения" в положение "1S".

6. Подать измеряемый сигнал на гнездо "→) А".

7. Установить переключатель аттенюатора канала "А" в положение, обеспечивающее наибольшее ослабление входного сигнала, при котором прибор устойчиво считает. Максимальному ослаблению входного сигнала соответствует положение переключателя "1:100".

8. Установить ручкой "Время индикации" удобное для отсчета время индикации.

При ручной работе тумблер "  " перевести в положение "  " и осуществлять измерения нажатием кнопки "ПУСК".

9. Перевести переключатель "Время измерения" в положение, обеспечивающее необходимую точность измерения.

#### Е. Измерение периода

1. Произвести проверку работоспособности прибора.

2. Установить переключатель "Род работы" в положение "Тв".


3. Установить переключатель "Раздельно, Совместно" в положение "Раздельно".

4. Установить аттенюатор канала "В" в положение "1:100" и подать измеряемый сигнал на гнездо блока интервалов времени "→) В".

5. Установить переключатель "Метки времени" в положение "0,1 μS".


6. Установить переключатель "Множитель периода" в положение "1".

7. Произвести настройку канала "В".

При синусоидальном сигнале и при отсутствии постоянной составляющей ручку "Уровень" поставить в среднее положение. Тумблером "  " выбирается фронт сигнала, определяющий стартовый и стоповый импульсы. Медленным вращением ручки "Уровень" около среднего положения добиться измерения периода. При наличии постоянной составляющей (отрицательного или положительного значения) ручку "Уровень" поставить в положение, соответствующее полярности постоянной составляющей, и медленным ее вращением в зоне срабатывания добиться измерения периода. При необходимости следует изменять степень ослабления входного сигнала аттенюатором, т.е.

устанавливать его последовательно в положение "1:30", "1:10" и т.д.

8. Установить ручкой "Время индикации" удобное для отсчета время индикации.

9. Установить переключатели "Метки времени" и "Множитель периода" в положения, определяемые требуемой точностью измерений. Примечание: при измерении периодов импульсных сигналов фронт входного сигнала, по которому будет производиться измерение, можно выбирать с помощью тумблера "  ".

#### Ж. Измерение интервалов времени


1. Провести проверку работоспособности прибора.

2. Установить переключатель "Раздельно, Совместно" в положение "Раздельно".

3. Установить переключатель "Род работы" в положение "t<sub>в-г</sub>".

4. Установить переключатель "Метки времени" в положение "0,1 μS".

5. Установить аттенюатор каналов "В" и "Г" в положение "1:100".

6. Подать сигналы, интервал времени между которыми надо измерить, на гнезда "→) В" и "→) Г". С помощью тумблеров "  " выбрать фронты, между которыми будет измеряться интервал времени.

7. Произвести настройку канала "В". Для этого необходимо руководствоваться указаниями, приведенными в п.Е.7. Медленным вращением ручки "Уровень" в зоне срабатывания добиться возникновения непрерывного счета на индикаторном табло. При необходимости следует изменять степень ослабления входного сигнала аттенюатора, т.е. устанавливать его последовательно в положения "1:30", "1:10" и т.д.

8. Произвести настройку канала "Г". Для этого необходимо выполнить операции п.Ж.7 с той лишь разницей, что в результате вращении ручки "Уровень" канала "Г" непрерывный счет должен измерять интервал времени.

9. Установить ручку "Время индикации" в положение, удобное для отсчета.

10. Установить переключатель "Метки времени" в положение,

определяемое требуемой точностью измерений.

Примечание: при необходимости согласования входного сопротивления с выходным сопротивлением источника сигнала attenuаторы каналов "В" и "Г" устанавливаются в положение "50 Ом".

### 3. Измерение длительности импульсов

Измерение длительности импульсов производится по методике измерения интервалов времени пп.Ж.1-10 с той лишь разницей, что входные импульсы подаются на гнездо "→) В", а тумблер "Раздельно, Совместно" устанавливается в положение "Совместно".

### И. Измерение отношения частот

1. Произвести проверку работоспособности прибора.
2. Подать высшую из сравниваемых частот на гнездо "→) А", низшую - на гнездо "→) В".
3. Установить переключатель "Род работы" в положение " $F_A/F_B$ ".
4. Произвести действия по п.п.ДЗ-5,7; ЕЗ; Е7.
5. Установить ручкой "Время индикации" удобное для отсчета время индикации.
6. Установить переключатель "Множитель периода" в положение, определяемое требуемой точностью измерений.

## УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ L, C, R Е7-11

### Назначение прибора

Измеритель L, C, R универсальный Е7-11 предназначен для измерения индуктивности, емкости, сопротивления, тангенса угла потерь, добротности компонентов и параметров цепей с сосредоточенными постоянными.

### Технические данные

1. Рабочие частоты прибора 100, 1000 Гц и постоянный ток. Погрешность установки частоты  $\pm 1\%$ .
2. Диапазон измерений прибора соответствует данным таблицы 1 и покрывается семью поддиапазонами с пределами, указанными в таблице 2.

Таблица 1

Рабочая частота	Сопротивление R	Емкость, тангенс угла потерь, добротность		Индуктивность, тангенс угла потерь, добротность	
		C	$\tan \delta$	L	$\tan \delta$
Постоянный ток	0,1 Ом-10 МОм				
100 Гц	0,1 Ом-10 МОм	100 пФ-1000 мкФ	0,005-0,1	10 мкГн-1000 Гн	0,005-0,1
		100 пФ-1000 мкФ		10 мкГн-1000 Гн	0,1-30
1000 Гц	0,1 Ом-1 МОм	0,5 пФ-100 мкФ			
		0,5 пФ-100 мкФ		0,3 мкГн-100 Гн	0,1-30

Таблица 2

Сопротивление	Емкость		Индуктивность	
	Рабочая частота, Гц	Рабочая частота, Гц	Рабочая частота, Гц	Рабочая частота, Гц
0,100,1000	100	1000	100	1000
1 0,1-10 Ом	100-1000 мкФ	10-100 мкФ	100-1000 мкГн	0,3-100 мкГн
2 10-100 Ом	10-100 мкФ	1-10 мкФ	1-10 мГн	100-1000 мкГн
3 100-1000 Ом	1-10 мкФ	100-1000 нФ	10-100 мГн	1-10 мГн
4 1-10 кОм	100-1000 нФ	10-100 нФ	100-1000 мГн	10-100 мГн
5 10-100 кОм	10-100 нФ	1-10 нФ	1-10 Гн	100-1000 мГн
6 100-1000 кОм	1-10 нФ	100-1000 нФ	10-100 Гн	1-10 Гн
7 1-10 МОм (только для 0 и 100 Гц)	100-1000 пФ	0,5-100 пФ	100-1000 Гн	10-100 Гн

3. Основные погрешности измерений на соответствующих поддиапазонах не превышают значений, указанных в таблице 3.

Таблица 3

Измеряемая величина	Пределы измерения	Номер поддиапазона			Основная погрешность
		0	100 Гц	1000 Гц	
Емкость при $Q \geq 1$ или при $\operatorname{tg} \delta \leq 0,1$	0,5 пФ-10 мкФ	-	3-7	2-7	$\pm(0,01C + 0,2 \text{ пФ})$
	10-1000 мкФ	-	1-2	1	$\pm 0,02 C$
Емкость при $Q < 1$	0,5 пФ-10 мкФ	-	3-7	2-7	$\pm[0,01C(1 + 1/Q) + 0,2 \text{ пФ}]$
	10-1000 мкФ	-	1-2	1	$\pm 0,01C(2 + 1/Q)$
Индуктивность при $Q \geq 1$ или при $\operatorname{tg} \delta \leq 0,1$	0,3-100 мкГн	-	1	1	$\pm(0,02L + 0,1 \text{ мкГн})$
	100 мкГн-10 Гн	-	1-5	2-6	$\pm 0,01L$
	10-1000 Гн	-	6-7	7	$\pm 0,02L$
Индуктивность при $Q < 1$	0,3-100 мкГн	-	-	1	$\pm[0,01(2 + 1/Q)L + 0,1 \text{ мкГн}]$
	100 мкГн-10 Гн	-	1-5	2-6	$\pm 0,01(1 + 1/Q)L$
	10-1000 Гн	-	6-7	7	$\pm 0,01(2 + 1/Q)L$
Сопротивление	0,1-10 Ом	1	1	1	$\pm(0,02R + 0,05 \text{ Ом})$
	10-1 МОм	2-6	2-6	2-6	$\pm(0,01R + 0,05 \text{ Ом})$
	1-10 МОм	7	7	-	$\pm 0,02R$
Добротность	0,1-30	-	1-7	1-7	$\pm(10 + 0,5Q)\%$
Тангенс угла потерь	0,005-0,1	-	1-7	1-7	$\pm(0,1 \operatorname{tg} \delta + 5 \cdot 10^{-3})$

4. Дополнительные погрешности измерения в интервале рабочих температур не превышают половины основной погрешности на каждые 10°C изменения температуры.

5. Прибор обеспечивает измерение индуктивностей в пределах от 10 мкГн до 10 мГн в диапазоне частот 100 Гц - 5 кГц при питании моста от внешнего генератора и напряжении сети  $220 \pm 22$  В, частотой  $50 \pm 0,5$  Гц. При этом основная погрешность измерения индуктивности не превышает  $\pm 0,02(1 + 1/Q)L + 0,3$  мкГн, а дополнительная погрешность не превышает  $\pm 0,01(1 + 1/Q)L + 0,15$  мкГн на каждые 10°C отклонения температуры от нормальной.

6. Чувствительность индикатора баланса обеспечивает индикацию

отклонения моста от баланса на значение, равное половине основной погрешности измерения.

7. Начальные параметры мостовой схемы прибора не превышают: 0,5 пФ; 0,5 мкГн; 0,5 Ом.

8. В приборе обеспечивается возможность подачи на измеряемый объект поляризующего напряжения до 30 В и тока подмагничивания до 30 мА от внешнего источника.

9. Питание измерителя осуществляется от сети переменного тока напряжением  $220 \pm 22$  В, частотой  $50 \pm 0,5$  Гц и содержанием гармоник до 5%. Время установления рабочего режима равно 15 минут. Мощность, потребляемая от сети, не более 10 В·А. Продолжительность непрерывной работы 8 часов.

#### Расположение органов управления

Органы управления на передней панели (рис.13) имеют следующее назначение:

индикаторная лампочка сети Л2; загорается при поступлении напряжения питания на прибор;

"L, C, R~, R-". Переключатель В1 осуществляет выбор вида измерения: индуктивность (L), емкость (C), сопротивление на переменном токе (R~) и сопротивление на постоянном токе (R-);

"пределы". Переключатель В2 осуществляет выбор поддиапазона измерения;

"C, L \* 10". Индикаторная лампочка множителя отсчета результата измерения Л1 загорается при установке частоты 100 Гц, что означает необходимость увеличения в 10 раз отсчета L или C;

электронный индикатор баланса ИП1 осуществляет индикацию процесса уравнивания мостовой схемы;

"множитель". Устройство предназначено для уравнивания мостовой схемы и отсчета результата измерений L, C, R;

"чувствит.". Потенциометр R3 регулирует чувствительность индикатора баланса;

"L, C, R". Гнезда Ш6, Ш9 для подключения измеряемого объекта с помощью соединительного кабеля;

"Частота Hz". Переключатель В3 осуществляет выбор рабочей частоты прибора;

"Q > 0,5; Q < 0,5 tg δ". Переключатель В4 производит выбор вида измерения потерь Q или tg δ;



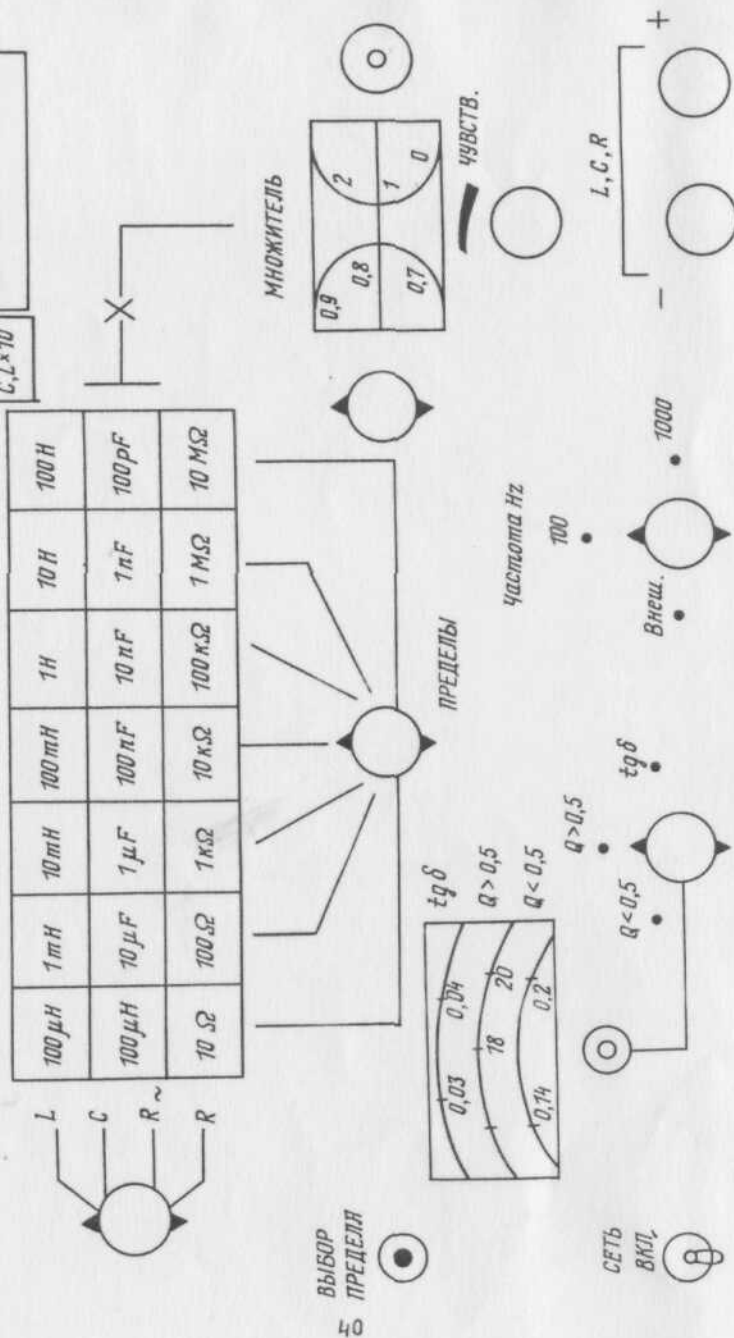


Рис. 13

"сеть вкл.". Тумблер В6 осуществляет включение сетевого питания;

Органы управления на задней стенке прибора имеют следующее назначение:

" 1 " клемма корпуса прибора,

**Rnp.** Клемма Кл2 используется при измерении сопротивления резистора предела;

- "смещение"  $\frac{30V}{30mA}$ . Клеммы Кл5 и Кл6 служат для подключения внешнего источника постоянного тока;

U<sub>ген</sub>. Потенциометр R 18 производит регулировку напряжения генератора;

"  " Клемма защитного заземления

"0,5 А" вставка плавкая

"Генератор ГНІ - для подключения внешнего генератора;  
счетчик ИП2 для определения суммарного времени наработки при-  
бора.

### Порядок работы с прибором

1. Перед включением измерителя заземлите корпус прибора; тумблер "сеть вкл." установите в нижнее положение; подсоедините к гнездам "L, C, R" прибора соединительный кабель.
2. Установите органы управления в исходные положения:
  - ручку "Чувствит." в крайнее левое положение;
  - ручку "U<sub>ген</sub>" на задней стенке прибора в крайнее правое положение, тумблер "измер.  $\frac{0}{1}$ " в положение "измер."
  - переключатель " $Q > 0,5; Q < 0,5 t_{\delta}$ " в положение " $t_{\delta}$ ";
  - отсчетные шкалы " $t_{\delta}$ " и множитель в положение нулевого отсчета;
  - переключатель "частота Hz" в положение 1000 Гц;

переключатели " $R, C, L, R_{\sim}$ " и "пределы" в произвольном положении.

Клеммы "Смещение" на задней стенке корпуса прибора должны быть попарно замкнуты накоротко "+" с "-" как у " $30V$ ", так и у " $30mA$ ".

3. Переключатель В6 поставьте в положение "Сеть\_вкл.". При этом должна загореться индикаторная лампочка Л2, прибор готов к работе через 15 мин.

4. Проверьте работоспособность измерителя:

а) в режиме измерения емкости и оценка начальной емкости измерителя

установите переключатель " $L, C, R_{\sim}, R_{=}$ " в положение С" и переключатель "Пределы" в крайнее правое положение (7-й предел);

ручкой "Чувствит." установите стрелку индикатора баланса в пределах 2/3 шкалы; вращая ручку плавного отсчета "МНОЖИТЕЛЬ" и постепенно увеличивая чувствительность индикатора, сбалансируйте мост, то есть добейтесь минимальных показаний индикатора.

Полученное значение емкости соответствует начальной емкости моста и не должно превышать 0,5 пФ (отсчет по шкале множителя 0,05). Начальная емкость должна вычитаться из измеренных значений емкости меньше 1000 пФ, если требуется получить максимально возможную точность измерений.

б) в режиме измерения индуктивности и оценка остаточной индуктивности прибора. Поставьте переключатель  $L, C, R_{\sim}, R_{=}$  в положение " $L$ " и переключатель "Пределы" в крайнее левое положение (1-ый предел), переключатель " $Q > 0,5; Q < 0,5 \tan \delta$ " в положение " $\tan \delta$ ";

замкните концы соединительного кабеля измерителя медной или алюминиевой пластиной шириной не менее 2 мм или проводом соответствующего диаметра;

Ручкой "Чувствит." установите стрелку индикатора в пределах 2/3 шкалы;

попеременным вращением ручки плавного отсчета "множитель" и ручки " $\tan \delta$ ", добейтесь минимума показаний индикатора при постепенном увеличении чувствительности индикатора.

Полученное значение индуктивности соответствует остаточной индуктивности мостовой схемы. Это значение должно вычитаться из результатов измерения малых значений индуктивностей (меньшее

100 мкГ) для увеличения точности измерения. Остаточная индуктивность не должна превышать 0,5 мкГ (отсчет по шкале "множитель" 0,05),

в) в режиме измерения сопротивлений и оценки начального сопротивления прибора, переведя переключатель " $L, C, R_{\sim}, R_{=}$ " в положение " $R_{\sim}$ ", ручкой "чувствит." установите стрелку индикатора в пределах 2/3 шкалы; сбалансируйте мост вращением ручки плавной шкалы "Множитель" при замкнутых зажимах соединительного кабеля и при постепенном увеличении чувствительности до максимального значения.

Полученное значение сопротивления соответствует начальному сопротивлению моста и не должно превышать 0,5 Ом (отсчет 0,05 по шкале "МНОЖИТЕЛЬ"). Это значение должно вычитаться из результатов измерения при измерении малоомных объектов (до 10-100 Ом).

5. Отсчет результатов измерений  $L, C, R$  производится по общему отсчетному устройству "МНОЖИТЕЛЬ", имеющему две шкалы: ступенчатую и плавную. Показания обеих шкал образуют единый строчечный цифровой отсчет.

6. Измерение сопротивлений, индуктивности, емкости на переменном токе. Подсоедините измеряемый объект к соединительным кабелям прибора, переключатель " $L, C, R_{\sim}$ " поставьте в необходимое положение, переключатель " $Q > 0,5; Q < 0,5 \tan \delta$ " в положение " $\tan \delta$ ".

При выборе нужного предела измерения  $L, C$  установите на шкале отсчета "МНОЖИТЕЛЬ" показания 1,090, нажмите кнопку "Выбор предела" и вращением ручки "ПРЕДЕЛЫ" меняйте установленный предел до тех пор, пока знак фазы напряжения разбалансируется на индикаторе прибора не изменится на противоположный. Это будет предел, на котором должны производиться измерения. Отпустив кнопку, начать измерение.

## ИЗМЕРИТЕЛЬ ДОБРОТНОСТИ Q-МЕТР ВМ-560

### 1. Назначение прибора

Измеритель добротности предназначен для измерения эффективной добротности, резонансной емкости и резонансной частоты контуров. Путем косвенных измерений можно определить индуктивность, ем-

кость, угол потерь, сопротивление двухполюсников и другие параметры.

## П. Технические данные

1. Диапазон частот генератора измерителя добротности от 50 кГц до 35 МГц с непосредственным отсчетом частоты имеет 10 поддиапазонов.

2. Основная погрешность градуировки шкал генератора по частоте не превышает  $\pm 1\%$ .

3. Пределы непосредственного отсчета добротности от 5 до 1000 единиц. Отсчет производится по четырем шкалам:

0-30; 0-100; 0-300; 0-1000.

4. Основная погрешность измерения добротности в процентах от измеряемого значения не превышает значений, указанных в таблице.

Пределы измеряемой добротности	Частота измерения, МГц	
	от 0,05 до 25	от 25 до 35
5-30	$\pm(3 + Q_k/Q)$	$\pm(6 + Q_k/Q)$
30-100	$\pm(3 + Q_k/Q)$	$\pm 6(6 + Q_k/Q)$
100-300	$\pm(3 + Q_k/Q)$	$\pm(6 + Q_k/Q)$
300-1000	$\pm(6 + Q_k/Q)$	$\pm(6 + Q_k/Q)$

$Q_k$  - конечное значение рабочей части шкалы, по которой производится отсчет добротности;

$Q$  - измеренное значение добротности.

5. Измеритель добротности обеспечивает непосредственный отсчет разности значений добротности в пределах  $0 \pm 30$  единиц (шкала с нулем посередине) на пределах измерения 100-300 и 300-1000 единиц. Основная погрешность измерения  $\Delta = \pm(0,15 \Delta Q + 1)$ .

$\Delta Q$  - измеренное значение разности значений добротности.

6. Измерительный конденсатор измерительного блока имеет минимальную емкость не более 25 пФ и максимальную емкость не менее 450 пФ.

7. Предел нониусной шкалы измерительного конденсатора 10 пФ, градуировка шкалы через 1 пФ, цена деления шкалы 0,1 пФ.

8. Измеритель добротности обеспечивает измерение напряжения на измеряемом объекте. Основная погрешность измерения напряжения не более  $\pm 6\%$  от конечного значения рабочей части шкалы на частоте 50 кГц и  $\pm 15\%$  на остальных частотах. Максимальное напряжение на измеряемом объекте 500 мВ  $\pm 30$  мВ на частоте 50 кГц и 500 мВ  $\pm 75$  мВ на остальных частотах.

9. Измеритель добротности обеспечивает измерение индуктивности по результатам измерения емкости и частоты резонансным методом в пределах от  $5 \times 10^{-8}$  до 0,4 Гн с абсолютной погрешностью в генри, определяемой по формулам:  $\Delta L = \pm(0,02 L_x + L_x \Delta C / C + 2,5 \cdot 10^{-9})$  при резонансных емкостях до 100 пФ  $\Delta L = \pm(0,03 L_x + 2,5 \cdot 10^{-9})$  при резонансных емкостях свыше 100 пФ, где  $\Delta C$  - абсолютная погрешность измерительного конденсатора по емкости, пФ;  $L_x$  - индуктивность, рассчитанная по значениям резонансной емкости и частоты;  $C$  - резонансная емкость измерительного конденсатора, пФ.

Измеритель добротности имеет на передней панели (рис.13) шкалу перевода значения емкости измерительного конденсатора в эквивалентные значения индуктивности для частот 79,5 кГц; 252,5 кГц; 795 кГц; 2,525 МГц; 7,95 МГц; 25,25 МГц, отмеченных на шкалах генератора особыми отметками. Пределы эквивалентных значений индуктивностей, соответствующих указанным частотам, указаны на шкале.

10. Питание измерителя добротности осуществляется от сети переменного тока частотой 50 Гц  $\pm 0,5$  Гц, напряжением 220 В  $\pm 22$  В и содержанием гармоник до 5%. Потребляемая от сети мощность не более 35 В·А. Время готовности измерителя не менее 15 мин. Продолжительность непрерывной работы 8 часов.

Технические данные катушек индуктивности

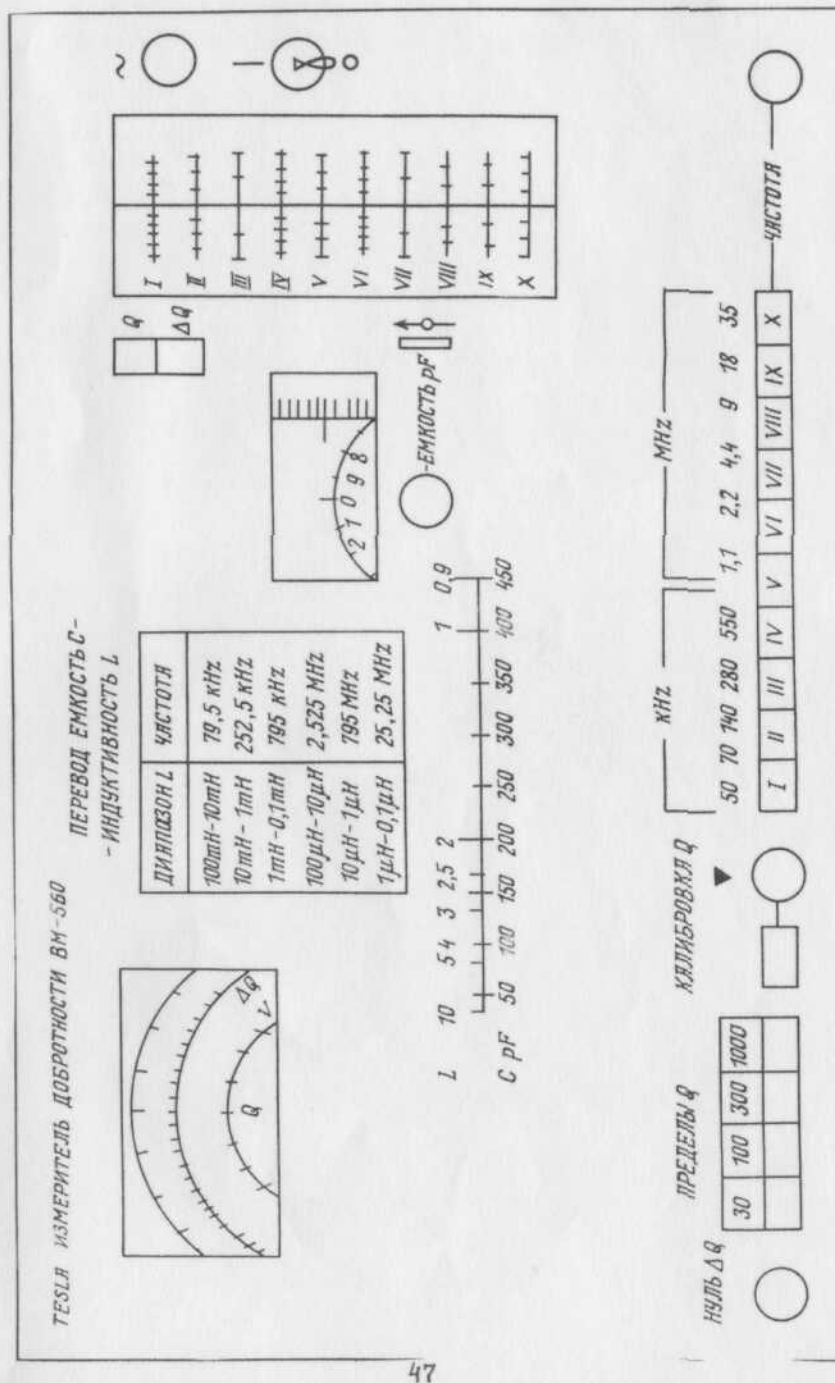
Номера катушки	Диапазон частот	Предел добротностей $Q$ ед.	Предел резонансных емкостей $C_{рез}$ , пФ	Индуктивность, мГн	Собственная емкость $C_0$ , пФ
1	50-80 кГц	85-115	350-130	30 мГн	8,6 $\pm$ 2,5
2	80-140 кГц	140-180	360-110	12 мГн	10,0 $\pm$ 2,5
3	140-240 кГц	160-210	330-105	4,3 мГн	8,5 $\pm$ 2,5
4	240-440 кГц	170-210	410-115	1,15 мГн	9,5 $\pm$ 2,5
5	440-750 кГц	190-240	420-140	330 мкГн	8,5 $\pm$ 2,5

I	2	3	4	5	6
6	0,75-1,3 МГц	165-220	410-130	120 мкГн	6,0±2,0
7	1,3-3,0 МГц	170-210	400-70	40 мкГн	7,0±2,0
8	3,0-5,0 МГц	200-230	210-70	13,5 мкГн	6,0±2,0
9	5,0-8,0 МГц	200-240	170-66,5	6,5 мкГн	5,8±2,0
10	8,0-14 МГц	295-400	255-80	1,6 мкГн	5,3±1,5
11	14-24 МГц	350-400	130-40	1,0 мкГн	4,0±1,5
12	24-35 МГц	370-420	80-35	0,55 мкГн	3,5±1,5

Примечание. Значение добротностей, резонансных емкостей, индуктивностей катушек гарантируются в пределах  $\pm 20\%$ .

#### Порядок работы

- Поставьте ручки управления в исходное положение (Рис.14).
  - переключатель рода измерений  $Q-\Delta Q$  в положение  $Q$ ;
  - переключатель "внутренний вольтметр откл." в положение "внутренний вольтметр";
  - включите питание к прибору "СМТ", время прогрева прибора 15 минут.
- Проведите контроль измерителя добротности на функционирование, для чего:
  - переключатель "частота" установите на первом поддиапазоне,
  - поставьте переключатель "пределы  $Q$ " в положение 300;
  - нажмите кнопку "калибровка  $Q_{\nabla}$ ";
  - ручкой "калибровка  $Q_{\nabla}$ " проверьте запас установки калибровки (после знака  $\nabla$ ) по шкале измерительного прибора;
  - проверьте запас установки калибровки на всех поддиапазонах генератора;
  - переключатель " $Q-\Delta Q$ " установите в положение " $\Delta Q$ ";
  - ручками "нуль  $\Delta Q$ " и "калибровка  $Q_{\nabla}$ " проверьте возможность установки нуля по шкале измерительного прибора;
  - отпустите кнопку "калибровка  $Q_{\nabla}$ ";
  - нажмите кнопку ( $\uparrow$ ) и проверьте вращение шкалы измерительного конденсатора.
- Проведите калибровку измерителя добротности, для чего:
  - установите переключатель "частота" на требуемый поддиапазон частоты;






- установите ручкой "частота" требуемую частоту,
- установите переключатель "Q-ΔQ" в положение Q,
- нажмите кнопку "калибровка Q<sub>▽</sub>",
- установите ручкой "калибровка Q<sub>▽</sub>" стрелку измерительного прибора точно на риску под знаком: ▽
- отпустите кнопку "калибровка Q<sub>▽</sub>".

#### 4. Метод непосредственного измерения добротности и напряжения.

Измерение производится следующим образом:

- подключите измеряемый объект (например, катушку индуктивности) к клеммам L<sub>x</sub>;
- поставьте переключатель "пределы Q" в положение, соответствующее предполагаемому значению добротности измеряемого объекта;
- настройте контур в резонанс. Грубая настройка в резонанс осуществляется нажатием кнопки включения электрического привода ротора измерительного конденсатора (  ). Точная настройка производится ручкой "емкость пф".

Момент настройки измеряемого объекта в резонанс соответствует максимальному показанию стрелки измерительного прибора. После точной настройки контура в резонанс нажмите кнопку "калибровка Q<sub>▽</sub>" и ручкой "калибровка Q<sub>▽</sub>" установите стрелку измерительного прибора точно на риску, обозначенную знаком ▽, после чего отпустите кнопку "калибровка Q<sub>▽</sub>".

- отсчитайте добротность Q по соответствующей шкале прибора;
- отсчитайте напряжение на измеряемом объекте по нижней шкале прибора.

#### 5. Измерение добротности методом расстройки контура по емкости.

Этот метод состоит в измерении полосы пропускания контура и использует зависимость добротности контура от его полосы пропускания.

Измерение производится следующим образом: подключите измеряемый объект к клеммам L<sub>x</sub>; произведите калибровку; настройте контур в резонанс и произведите отсчет добротности Q по шкале измерительного прибора и емкости C по шкале "емкость pF";

- расстройте контур ручкой "ЕМКОСТЬ pF", уменьшив показание измерительного прибора до уровня 0,707 от значения измеряемой добротности. Эту операцию сделайте дважды: при расстройке в сторону как малых, так и больших емкостей и отметьте значения C<sub>1</sub> и C<sub>2</sub>.

Добротность измеряемого объекта определяется по формуле:

$$Q = 2C / (C_2 - C_1).$$

#### 6. Измерение разности значений добротности

Шкала ΔQ служит для непосредственного отсчета разности значений добротности в пределах 0-130 ед. при установке переключателя "пределы Q" в положение 300 или 1000.

Для отсчета по шкале ΔQ:

- подключите измеряемый объект к клеммам L<sub>x</sub>,
- установите переключатель Q-ΔQ в положение ΔQ;
- установите нуль по шкале ΔQ ручкой "нуль ΔQ";
- замените измеряемый объект другим, отличающимся от первого по добротности на значение не более 30 ед.;
- произведите отсчет разности значений добротности по шкале ΔQ (точный отсчет).

#### 7. Измерение собственной емкости C<sub>0</sub> катушек индуктивности

Измерения произведите следующим образом:

- присоедините катушку к клеммам L<sub>x</sub>;
- установите переключатель Q-ΔQ в положение Q;
- установите переключатель "пределы Q" в положение 1000;
- установите переключатель "частота" на любой поддиапазон;
- нажмите кнопку "калибровка Q<sub>▽</sub>";
- произведите калибровку измерительного прибора ручкой "калибровка Q<sub>▽</sub>";
- отпустите кнопку "калибровка Q<sub>▽</sub>";
- установите ручкой "емкость pF" значение емкости вблизи максимального;
- отметьте значение емкости C<sub>1</sub>;
- настройте контур в резонанс ручкой "частота", определив нужный поддиапазон переключателем "частота";
- отметьте частоту резонанса - f<sub>1</sub>;
- установите ручкой "частота" частоту f<sub>2</sub> = 2f<sub>1</sub>;
- откалибруйте измерительный прибор;
- настройте контур в резонанс ручкой "емкость pF";
- отметьте значение емкости C<sub>2</sub>.

Собственная емкость катушки индуктивности C<sub>0</sub> определяется по формуле  $C_0 = (C_1 - 4C_2) / 3$ .

### 8. Измерение индуктивности катушек

Измерение индуктивности с использованием шкалы перевода ЕМКОСТЬ-ИНДУКТИВНОСТЬ возможно только на фиксированных частотах 79,5 кГц; 252,5 кГц; 795 кГц; 2,525 МГц; 7,95 МГц; 25,25 МГц.

Измерение производите следующим образом:

- исследуемую катушку подключите к клеммам  $L_x$ ;
- подберите и установите необходимое значение частоты, на которой возможно измерение  $L_x$ ;
- настройте контур в резонанс ручкой "емкость  $pF$ " и отметьте значение резонансной емкости;
- определите по шкале перевода значение индуктивности  $L_x$  для полученного значения резонансной емкости.

Индуктивность катушки  $L_x$  на любой частоте  $f$  в миллигенри при резонансе можно определить по формуле  $L_x = 25,33/f^2(C + C_0)$ , где  $f$  - частота МГц;  $C$  - емкость измерительного конденсатора при резонансе, пФ;  $C_0$  - собственная емкость катушки, пФ.

Если собственная емкость катушки неизвестна, измерение следует производить на частоте, при которой заведомо  $C \gg C_0$ .

### 9. Измерение полного сопротивления двухполюсников

Для этого необходимо:

- из комплекта катушек индуктивности подобрать такую катушку, которая может резонировать на частоте измерения полного сопротивления  $Z$ , и подключить ее к клеммам  $L_x$  (основание катушки должно находиться направо от зажимов);
- установить частоту, на которой будет производиться измерение;
- изменением емкости измерительного конденсатора настроить измерительный контур в резонанс и отметить полученные значения  $Q_1$  и  $C_1$ ;
- подключить исследуемый двухполюсник последовательно или параллельно к катушке индуктивности.

**П р и м е ч а н и е:** а) При параллельном включении измеряются двухполюсники, имеющие  $Z \gg Z_{экв}$ ,

где  $Z_{экв}$  - эквивалентное сопротивление катушки индуктивности;

б) при последовательном - двухполюсники, имеющие  $Z \leq R$ , где  $R$  - активное сопротивление катушки индуктивности; для последовательного подключения двухполюсников использу-

те перемычку из комплекта измерителя добротности;

- ручкой "емкость  $pF$ " настройте контур в резонанс и отсчитайте новые значения  $Q_2$  и  $C_2$ ;

- рассчитайте значения активного и реактивного сопротивлений, емкость, индуктивность и добротность исследуемого двухполюсника по формулам:

$$\begin{aligned} \text{а) при последовательном подключении двухполюсника: } Z &= R + jX, \\ R &= [(1/C_2 Q_2) - (1/C_1 Q_1)] / 2\pi f; \quad X = (C_1 - C_2) / 2\pi f C_1 C_2; \\ L &= (C_1 - C_2) / \omega^2 C_1 C_2; \quad C = C_1 C_2 / (C_2 - C_1); \quad Q = Q_1 Q_2 (C_1 - C_2) / (C_1 Q_1 - C_2 Q_2). \end{aligned}$$

При  $C_1 > C_2$  сопротивление  $X$  имеет индуктивный характер,

а при  $C_1 < C_2$  - емкостный.

$$\text{б) при параллельном подключении двухполюсника: } Z = 1/G; \quad G = (1/R) + j(1/X), \\ R = Q_1 Q_2 / \omega (C_2 Q_1 - C_1 Q_2); \quad X = 1/\omega (C_2 - C_1).$$

При емкостном характере двухполюсника  $X_C = 1/\omega C$ .

При индуктивном характере  $X_L = \omega L$ .

Двухполюсник имеет емкостный характер при  $C_1 > C_2$  и индуктивный при  $C_1 < C_2$ ;  $C = C_1 - C_2$ ;  $L = 1/\omega^2 (C_2 - C_1)$ .

Добротность двухполюсника  $Q = Q_1 Q_2 (C_1 - C_2) / C_1 (Q_1 - Q_2)$

10. Измерение емкости конденсаторов со значением менее 425 пФ при измерении:

- установите частоту, на которой требуется измерить емкость и добротность конденсатора;

- из комплекта катушек индуктивности выберите такую, которая может резонировать на частоте измерения и подключите ее к клеммам  $L_x$ ;

- настройте измерительный контур в резонанс и отметьте полученные значения  $Q_1$  и  $C_1$ ;

- к клеммам  $C_x$  подключите измеряемый конденсатор, снова настройте в резонанс и определите новые значения  $C_2, Q_2$ .

Емкость и добротность исследуемого конденсатора определяется по формулам:  $C_x = C_1 - C_2$ ;  $Q_{C_x} = Q_1 Q_2 (C_1 - C_2) / (Q_1 - Q_2) (C_1 + C_0)$ .

Эффективное шунтирующее сопротивление конденсатора определяется по формуле  $R_C = Q_1 Q_2 / (Q_1 - Q_2) \omega C_1$ .

11. Измерение емкости конденсаторов со значением более 425 пФ

При измерении:

- установите частоту, на которой требуется измерить емкость и добротность конденсатора;

- из комплекта катушек индуктивности выберите такую, которая может резонировать на частоте измерения и подключите ее к клеммам  $L_x$  ;

- настройте измерительный контур в резонанс и отметьте полученные значения  $Q_1$  и  $C_1$  ;

- с помощью перемычек из комплекта измерителя добротности подсоедините исследуемый конденсатор последовательно с катушкой индуктивности к клеммам  $L_x$  ;

- настройте контур в резонанс и отметьте полученные значения  $Q_2$  и  $C_2$  ;

- определите емкость и добротность исследуемого конденсатора по формулам:  $C_x = C_1 C_2 / (C_2 - C_1)$  ;  $Q_{C_x} = Q_1 Q_2 (C_1 - C_2) / (C_1 Q_1 - C_2 Q_2)$  .

После окончания измерений выключите питание измерителя добротности от сети.

Отв. за выпуск Э.Г. Атамалян

---

Подписано в печать 29/XII-1982г. Формат 60×84/16 Объем 3,25 п.л.  
Уч.-изд.л. 3 Тираж 830 экз. Бесплатно Изд. №034-2 Заказ 7

---

Типография МИФИ, Каширское шоссе, 31

# ОСЦИЛЛОГРАФ УНИВЕРСАЛЬНЫЙ С1-73

## Назначение

Осциллограф малогабаритный универсальный С1-73 предназначен для исследований формы электрических сигналов в диапазоне частот от 0 до 5 МГц путем визуального наблюдения и измерения их амплитуд в диапазоне от 0,02 до 120 В (с выносным делителем 1:10 до 350 В) и временных интервалов от  $0,4 \cdot 10^{-6}$  до 0,5 с.

Основная погрешность измерения амплитуд импульсных сигналов в диапазоне от 0,02 до 250 В при размере изображения от 2 до 6 делений – не более 10%. Погрешность измерения амплитуд импульсных сигналов в рабочих условиях эксплуатации не превышает 15%.

Измерение амплитуд синусоидальных сигналов обеспечивается в диапазоне частот от 0 до 1 МГц с погрешностью  $\pm 15\%$ .

Основная погрешность измерения временных интервалов в диапазоне от  $0,4 \cdot 10^{-6}$  до 0,5 с при измеряемом размере изображения по горизонтали в пределах от 4 до 10 делений рабочей части развертки составляет не более 10%. Погрешность измерения временных интервалов в рабочих условиях эксплуатации – не более  $\pm 15\%$ .

## Технические данные

1. Рабочая часть экрана осциллографа: по горизонтали 60 мм (10 делений, цена деления 6 мм); по вертикали 40 мм (6 делений).
2. Минимальная частота следования развертки, при которой обеспечиваются наблюдение и измерение исследуемого сигнала на наиболее быстрой развертке, – не более 1 кГц.
3. Толщина линии луча – не более 0,8 мм.
4. Полоса пропускания тракта вертикального отклонения – 0–5 МГц.
5. Полоса пропускания тракта горизонтального отклонения – 0–2 МГц.
6. Параметры входа:
  - а) тракта вертикального отклонения: входное сопротивление –  $1 \pm 0,05$  МОм с параллельной емкостью не более 35 пФ;
  - б) усилителя горизонтального отклонения: входное сопротивление – не менее 50 кОм с параллельной емкостью не более 30 пФ.

7. Основная погрешность калиброванных коэффициентов отклонения тракта ВО 0,01; 0,02; 0,05; 1; 2; 5; 10; 20 В/дел. – не более  $\pm 7\%$ .  
Коэффициент отклонения тракта ГО – при калиброванной развертке не более 1 В/дел.
8. Внутренний источник калиброванного напряжения генерирует П-образные импульсы амплитудой 1 В и 0,05 В с частотой следования 1 кГц.
9. Тракт ГО обеспечивает режимы работы: автоколебательный режим развертки; ждущий режим запуска развертки; вход "X".
10. Основная погрешность калиброванных коэффициентов длительности развертки 0,1; 0,2; 0,5; 1; 2,5; 10; 20; 100; 200; 500;  $1 \cdot 10^3$ ;  $2 \cdot 10^3$ ;  $5 \cdot 10^3$ ;  $1 \cdot 10^4$ ;  $5 \cdot 10^4$  мкс/дел. – не более  $\pm 7\%$ .
11. Синхронизация развертки: а) внутренняя; б) внешняя осуществляется сигналами любой полярности.
12. Прибор питается от сети переменного тока напряжением  $220 \text{ В} \pm 22 \text{ В}$  с частотой 50–60 Гц.

## Расположение органов управления

Органы управления, расположенные на лицевой панели (рис.1) осциллографа С1-73:

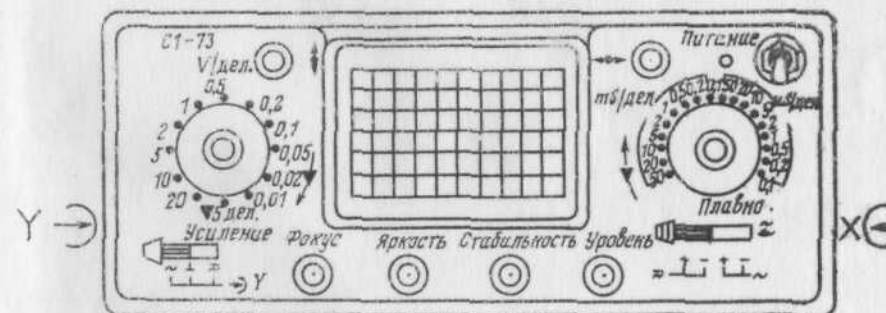


Рис.1



резистор "Яркость" - регулирует яркость изображения;  
 резистор "Фокус" - регулирует четкость (фокус) изображения;  
 переключатель "V/дел." - для установки калиброванного коэффициента отклонения усилителя;

резистор "Усиление" - обеспечивает плавную регулировку коэффициента отклонения с перекрытием не менее чем в 2,5 раза в каждом положении переключателя "V/дел.";

резистор "↓" - регулирует положение луча по вертикали;  
 переключатель режима работы входа усилителя в положениях:  
 "∞" - на вход усилителя исследуемый сигнал поступает через разделительный конденсатор (закрытый вход);  
 "⊥" - вход усилителя отключается от источника исследуемого сигнала и подсоединяется к корпусу;

"∞" - на вход усилителя поступает исследуемый сигнал постоянной составляющей (открытый вход);

резистор "Уровень" - для выбора уровня исследуемого сигнала, при котором происходит запуск развертки;

"∞ +"; "∞ -"; "+ ∞"; "- ∞" - переключатели выбора синхронизирующего сигнала;

- переключатель "mS/дел."; μS/дел. - устанавливает калиброванный коэффициент развертки, когда ручка "Плавно" установлена в положение "▼";

резистор "Плавно" - обеспечивает плавную регулировку коэффициента развертки с перекрытием в 2,5 раза в каждом положении переключателя "mS/дел.", "μS/дел.";

резистор "Стабильность" - устанавливает ждущий или автоколебательный режим работы генератора развертки;

резистор "← →" - перемещает луч по горизонтали;

тумблер "Питание" - осуществляет включение и отключение питания прибора от источника постоянного тока.

Органы управления и присоединения, расположенные на левой боковой панели прибора:

разъем "→) Y 1MΩ, 35pF" - высокочастотный разъем для подачи сигналов;

"▼ V/дел." - регулирует коэффициент отклонения усилителя BO;

"баланс" - балансировка усилителя BO, которая исключает перемещение луча по вертикали при переключении переключателя "V/дел.";

гнездо "(-→ ⊥ V" - выход калибратора;

гнездо "⊥" - корпус прибора.

Органы управления и присоединения, расположенные на правой боковой панели прибора:

"разв." - пилообразное напряжение с генератора развертки подается на выходной усилитель X;

"→) X" - на выходной усилитель X подается исследуемый сигнал с гнезда "→) X";

переключатель "Синх." "⊞" - внутренняя синхронизация;  
 "⊞." - внешняя;

"▼ длит." - регулировка скорости развертки на всех положениях переключателя "mS/дел., μS/дел.;

гнездо 1:1 - для подачи внешнего сигнала синхронизации значением до 5 В;

гнездо "1:10" - для подачи внешнего сигнала синхронизации значением до 50 В;

гнездо "→) X" - для подачи исследуемого сигнала непосредственно на выходной усилитель X;

гнездо "⊥" - корпус прибора.

На задней панели расположены:

разъем "27" - для подсоединения выпрямителя или кабеля питания; держатель предохранителя с надписью "1A".

#### Проведение измерений

Для проведения измерения переменного напряжения исследуемый сигнал подается на гнездо "→) Y 1MΩ 35pF" усилителя Y; переключатель "V/дел." устанавливается в такое положение, чтобы исследуемый сигнал на экране ЭЛТ занимал около пяти делений; переключатель "⊥ ∞" устанавливается в положение "∞" (при исследовании низкочастотных сигналов, частотой ниже 50 Гц, используется положение "∞").

Устойчивое изображение устанавливается с помощью ручки "Уровень", переключатель "mS/дел., μS/дел." устанавливается в такое положение, чтобы на экране наблюдалось несколько периодов исследуемого сигнала. Размах сигнала определяется по формуле:  $U_p = h C_Y K_g$ , где  $h$  - значение изображения по вертикали в делениях;  $C_Y$  - коэффициент отклонения;  $K_g$  - коэффициент ослабления. Частота периодического сигнала определяется по формуле:  $f = 1/T$ ;  $T = \ell_d p M_p / n$ ,

Методические указания по работе с измерительными приборами при выполнении лабораторного практикума по курсам "Основы метрологии" и "Электрорадиоизмерения". - М.: Изд.МИФИ, 1983, - 52с.

В работе содержатся методические указания по работе с измерительными приборами, которые используются при выполнении лабораторного практикума по курсам "Основы метрологии" и "Электрорадиоизмерения".

Методические указания предназначены для студентов факультетов "А", "К", "В" и "Э", для слушателей факультета переподготовки специалистов.

Составитель Э.Г.Атамалян

## СОДЕРЖАНИЕ

Осциллограф универсальный СИ-73 .....	4
Генератор сигналов низкочастотный ГЗ-106 .....	8
Генератор прямоугольных импульсов Г5-54 .....	11
Универсальный аналоговый вольтметр В7-26 .....	14
Цифровой вольтметр В7-20 .....	16
Авометр Ц4315 .....	17
Частотомер электронносчетный ЧЗ-35 .....	22
Универсальный измеритель L, C, R Е7-II .....	36
Измеритель добротности Q-метр ВМ-560 .....	43