

Осциллограф С1-5 представляет собой универсальный радиоизмерительный прибор, применяемый для исследования периодических процессов в лабораторных и полевых условиях. Он заменяет осциллограф С1-2.

На экране прибора С1-5 можно наблюдать изображения незатухающих колебаний с частотой от 20 *гц* до 1 *Мгц* и импульсов длительностью от 0,1 до 3000 *мксек*. Этим прибором можно измерить длительность импульсов и амплитуду исследуемых сигналов.

Основные технические характеристики

1. Усилитель вертикального отклонения имеет следующие характеристики:

- а) чувствительность на частоте 100 *кгц* — 25 *мм* на 0,3 *в* эффективного значения напряжения при широкой полосе и 25 *мм* на 0,1 *в* — при узкой полосе;
- б) неравномерность частотной характеристики не более 3 *дб* в диапазоне частот от 10 *гц* до 10 *Мгц* при широкой полосе и от 10 *гц* до 500 *кгц* при узкой полосе;
- в) сопротивление высокоомного входа не менее 0,5 *Мом* с параллельной емкостью не более 50 *пф*, низкоомного входа — 50 *ом*.

2. Усилитель горизонтального отклонения (УГО) имеет следующие характеристики:

- а) чувствительность на частоте 10 *кгц* — 22 *мм* на 0,3 *в* эффективного значения напряжения;
- б) сопротивление входа не менее 80 *ком*;
- в) неравномерность частотной характеристики не более 0,3 *дб* в диапазоне частот от 20 *гц* до 400 *кгц*.

3. В осциллографе имеется две системы разверток:

- а) непрерывная с регулировкой в диапазоне частот от 20 *гц* до 200 *кгц*;
- б) ждущая с продолжительностями 1, 2, 5, 10, 30, 100, 300, 1000, 3000 *мксек*.

4. Калибрационные метки можно устанавливать с временными интервалами 0,05; 0,2; 1,0; 5 и 100 *мксек*. Погрешность калибрационных меток не более $\pm 5\%$.

5. Калибратором амплитуды можно измерить напряжение до 200 *в*. Погрешность измерения амплитуды сигналов на участке шкалы 0,2—1,2 *в* — не более $\pm 10\%$.

6. В осциллографе С1-5 можно подавать исследуемые напряжения непосредственно на отклоняющие пластины ЭЛТ. Сопротивление входа при этом не менее 3,6 *Мом* с параллельной емкостью не более 30 *пф* (для обеих пар пластин).

7. Максимальная погрешность входного делителя $\pm 5\%$.

8. Питается осциллограф от сети переменного тока частотой 50 *гц* напряжением 127 и 220 *в* и частотой 400 *гц* напряжением 115 *в* при колебаниях напряжения сети от +5 до -10% .

9. Мощность, потребляемая от сети, не более 180 *ва*.

10. Прибор может непрерывно работать в течение 8 *ч* в диапазоне температур от +40 до -40°C .

Схема осциллографа

Блок-схема осциллографа (рис. 1) содержит канал сигнала, канал разверток и синхронизации, калибратор длительности импульсов, калибратор амплитуды, электроннолучевую трубку с элементами управления лучом, блок питания.

Принципиальная схема осциллографа С1-5 приведена на рис. 2.

К а н а л с и г н а л а состоит из входного делителя, катодного повторителя, линии задержки, усилителя, фазоинвертора и выходного усилителя. Сигнал подается через гнездо «вход Y » на входной делитель реостатно-емкостного типа. Необходимый коэффициент деления устанавливается переключателем $П_1$, ручка которого выведена на переднюю панель и обозначена «делитель». Одновременно с коэффициентом деления переключается входное сопротивление осциллографа (по оси Y). При установке переключателя в положение «калибр.» на вход катодного повторителя, собранного на лампе типа 6П9 (L_1), подается калибровочное напряжение. В других положениях переключателя $П_1$ на катодный повторитель подается исследуемый сигнал после входного делителя. Нагрузкой катодного повторителя являются сопротивления R_7 и R_8 , включенные после линии, обеспечивающей задержку сигнала в тракте усиления на время 0,2 мксек по отношению к началу развертки.

С потенциометра R_8 сигнал поступает на усилитель, работающий на лампе типа 6Ж4 (L_3), затем на фазоинвертор на лампе 6Ж4 (L_3) и выходной усилитель на лампах типа 6П9 (L_4 и L_5). Усиление регулируется потенциометром R_8 , ручка которого на передней панели обозначена «усиление». Все каскады усилителя имеют корректирующие элементы ($L_1 — L_6$). В выходном усилителе предусмотрено изменение полосы пропускания (за счет изменения усиления) переключателем $П_6$ (переключатель полосы пропускания УВО на задней панели). Широкой полосе (уменьшению усиления) соответствует положение, при котором включены корректирующие цепочки L_7, R_{19} и L_8, R_{20} .

С анодной цепи выходного усилителя сигнал поступает на вертикально отклоняющие пластины трубки (при установленных перемычках в гнезда Y и X на задней панели).

Канал синхронизации и разверток состоит из усилителя синхронизации, фазоинвертора, генератора развертки, катодного повторителя и усилителя горизонтального отклонения луча.

Усилитель синхронизации собран на лампах типа 6Ж4 (L_{10}) и 6Н8С (L_{11}). При внутренней синхронизации напряжение на вход усилителя подается из катодной цепи лампы L_1 ; при внешней синхронизации с гнезда «вход X », при синхронизации от сети — с мостикового стабилизатора. Вид синхронизации переключается переключателем $П_4$, ручка которого обозначена «род синхр.» Напряжение синхронизации регулируется потенциометром R_{44} , ручка которого обозначена «синхрониз.».

Напряжение синхронизации с выхода усилителя в зависимости от положения переключателя рода работы $П_3$ поступает на антидинаatronную сетку лампы L_6 (6Ж8) генератора непрерывной развертки, на сетку или катод пусковой лампы L_{116} генератора развертки в режиме ждущей развертки или на катодный повторитель L_{76} (при работе усилителя синхронизации в качестве предварительного усилителя горизонтального отклонения луча). Тип развертки выбирается переключателем на передней панели осциллографа.

Генератор непрерывной развертки работает на лампах L_6, L_7 , и L_8 по схеме мультивибратора с разрядной лампой L_8 . Частота генерируемых колебаний меняется за счет изменения емкости зарядного конденсатора переключателем $П_2$, ручка которого обозначена «развертка», и регулировкой напряжения на экранной сетке разрядной лампы L_8 потенциометром R_{32} , ручка которого обозначена «частота плавно». В режиме ждущей развертки генератор развертки запирается напряжением, снимаемым с сопротивления R_{73} (подбирается на заводе).

Напряжение пилообразной формы с разрядного конденсатора поступает на катодный повторитель, работающий на лампе L_{76} . С нагрузки катодного повторителя R_{36} напряжение развертки подается на одну из горизонтально отклоняющих пластин трубки и на фазоинвертор, работающий на лампе типа 6П6С (L_9). После фазоинверсного каскада напряжение развертки в противофазе подается на другую пластину трубки (при вставленных перемычках в гнезда X на задней панели).

Рис. 2. Принципиальная схема прибора С1-5

С анода лампы L_{17a} на трубку подается подсветный импульс. Калибратор длительности

работает на лампах типа 6Ж4 (L_{12} и L_{13}) и представляет собой генератор ударного возбуждения с настроенным контуром в цепи катода лампы L_{12} . В зависимости от положения переключателя P_5 длительности меток в работу включается один из шести контуров ($L_{12}, R_{97}, L_{12}, C_{22}, R_{56}, L_{13}, C_{36}, R_{57}, L_{14}, C_{37}, R_{58}, L_{15}, C_{38}, R_{59}$ или L_{16}, C_{39}, R_{94}). Ручка переключателя длительности меток обозначена «метки». Этим же переключателем выключается генератор меток, запуск которого происходит при запуске лампы L_{12} импульсом от генератора развертки.

Для поддержания амплитуды калибрационных импульсов в генераторе ударного возбуждения применена положительная обратная связь через лампу L_{13} и часть витков в катушке контура.

Напряжение калибрационных меток из анодной цепи лампы L_{13} подается на электронно-лучевую трубку и модулирует ее луч по яркости.

Калибратор амплитуды представляет собой стабилизатор напряжения, собранный по мостовой схеме с плечами из сопротивлений R_{90}, R_{91} и ламп L_{15} и L_{16} (3,5 в 0,28 а). Напряжение на мост подается с обмотки силового трансформатора. Стабилизированное напряжение снимается с потенциометра R_{93} в диагонали моста. Ручка этого потенциометра обозначена «калибровка амплитуды». Величина калибрационного напряжения отсчитывается непосредственно по шкале потенциометра R_{93} .

Т р у б к а 8Ю29. Питание электронной пушки, регулировка яркости и фокусировка изображения осуществляется напряжениями, снимаемыми с потенциометра, образованного сопротивлениями $R_{72} — R_{76}, R_{78}, R_{81}$. Яркость регулируется изменением напряжения на управляющем электроде трубки с помощью переменного сопротивления R_{78} , ручка которого обозначена «яркость». Фокусировка регулируется изменением напряжения на первом аноде трубки потенциометра R_{75} , ручка которого обозначена «фокус». Изображение на экране трубки перемещается потенциометрами R_{63} и R_{68} .

Б л о к п и т а н и я состоит из двух выпрямителей. Выпрямитель напряжения питания анодных и экранных цепей осциллографа собран на германиевых диодах типа ДГ-Ц24 ($D_3 — D_{10}$). Выпрямитель напряжения смещения и питания электродов трубки работает на селеновых столбиках типа (ABC-6-600) (D_1, D_2) по схеме удвоения.

Подготовка осциллографа к работе

Комплект прибора включает собственно осциллограф, два коаксиальных кабеля для подключения исследуемых схем и кабель питания.

Все элементы управления прибором выведены на переднюю (рис. 3) и заднюю (рис. 4) панели. Для подготовки прибора к работе необходимо:

- 1) проверить соответствие положения переключателя силового трансформатора напряжению сети;
- 2) переключатель «сеть» поставить в положение выключено;
- 3) ручку «яркость» установить в крайнее левое положение;
- 4) подключить кабель питания к колодке прибора и к сети;

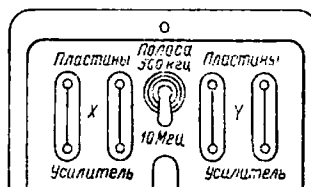
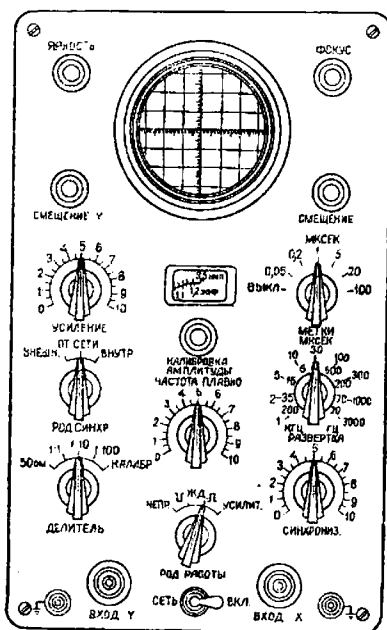


Рис. 4. Вид задней панели прибора С1-5.

Рис. 3. Вид передней панели прибора С1-5.

- 5) включить питание, установив переключатель сети в положение «вкл.*» (при этом должны загореться лампочки подсвета шкалы);

- 6) ручками «яркость» и «фокус» установить необходимую яркость и четкость светового изображения;

- 7) ручками «смещение F» и «смещение X» установить изображение в требуемом месте экрана.

Выбор режима работы

Режим работы осциллографа определяется видом и частотой развертки, входным сопротивлением, видом синхронизации и соединением с исследуемой схемой. Обычно режим работы определяется характером и величиной исследуемого сигнала и особенностями исследуемой схемы. Если эти условия неизвестны, то режим подбирается. Для этого следует иметь в виду общие соображения по выбору режима работы.

Частота развертки. Для исследования импульсных сигналов с длительностью импульсов меньше 3000 *мксек* необходимо пользоваться ждущей разверткой, с длительностью импульсов более 3000 *мксек* и других периодических сигналов — непрерывной разверткой.

В осциллографе С1-5 развертка выбирается переключателем «род работы». Частоту развертки следует выбирать с таким расчетом, чтобы на экране были видны все детали исследуемого сигнала. Увеличение частоты развертки растягивает изображение на экране и, наоборот, уменьшение частоты сжимает его. Частота развертки устанавливается ручками «развертка» и «частота плавно». Частота ждущей развертки устанавливается переключателем «развертка». Оцифровка этой шкалы указывает на длительность развертки в микросекундах. Поэтому при известной длительности импульса переключатель следует установить против первой цифры большей длительности импульса.

Синхронизация развертки. Удобнее всего синхронизировать развертку исследуемым сигналом, установив переключатель «род синхр.» (род синхронизации) в положение «внутр.» (внутренняя).

Если исследуемый сигнал мал по амплитуде или непригоден по форме для синхронизации, то необходимо применить внешнюю синхронизацию, соединив источник внешнего напряжения, синхронного с исследуемым, с гнездом «вход *X*».

При исследовании сигналов с частотой питающей сети необходимо использовать синхронизацию «от сети», поставив в соответствующее положение переключатель «род синхр.».

Входное сопротивление и ослабление сигнала. Для исследования сигналов на выходе схемы с малым выходным сопротивлением (около 50 *ом*) необходимо переключатель «делитель» установить в положение «50 *ом*». При этом напряжение сигнала на входном гнезде не должно превышать 2 *в* (амплитудного значения), так как сигнал подается на усилитель без ослабления.

При установке переключателя «делитель» в положения «1:1»; «1:10» или «1:100» входное сопротивление осциллографа составляет 0,5 *Мом*. Максимальное напряжение, которое можно подать на вход прибора, — 200 *в* амплитудного значения, переключатель «делитель» при этом должен быть установлен в положение «1:100». В это же положение следует устанавливать переключатель, если величина исследуемого напряжения меньше 200 *в*, но точно неизвестна. Величина изображения устанавливается ручкой «усиление». Если в крайнем правом положении этой ручки величина изображения мала и неудобна для наблюдения, переключатель «делитель» переводят в положение «1:10», если же величина изображения и в этом случае недостаточна, то переключатель переводят в положение «1:1».

Нормальной работе осциллографа соответствует изображение не более 25 *мм* (от оси).

Работа с осциллографом при различных режимах

Для работы со ждущей разверткой с синхронизацией исследуемым сигналом необходимо:

1. Подготовить осциллограф к работе.
2. Переключатель «род работы» установить в положение «жд. » (или «жд. »).
3. Переключатель «род синхр.» установить в положение «внутр.».
4. Переключателем «развертка» установить требуемую длительность развертки.
5. Переключатель «делитель» установить так, как было описано выше.
6. Подать исследуемый сигнал на гнездо «вход Y». При пользовании коаксиальным кабелем прибора необходимо помнить, что штыревое окончание на коротком проводе соответствует центральному проводнику кабеля, а штыревое окончание на длинном проводе — экранирующей оплетке кабеля.
7. Ручкой «синхрониз.» добиться на экране осциллографа устойчивого изображения сигнала. Если изображение не появляется или не устанавливается, следует переключатель рода работы перевести в положение «жд. » (или «жд. »), подбирая при этом положение ручки «синхрониз.» Меньшим искажениям сигнала соответствует минимальное напряжение синхронизации, при котором изображение еще неподвижно.

Для измерения длительности импульса необходимо:

1. Получить неподвижное изображение импульса на экране трубки.
2. Переключатель «метки» установить в положение, при котором на изображении укладывается наибольшее число легко различимых меток.
3. Отрегулировать изображение (фокус, яркость, синхронизацию) так, чтобы можно было подсчитать число меток.

По количеству меток на изображении и по цене метки (на шкале переключателя) определить длительность сигнала.

Для работы с непрерывной разверткой с синхронизацией исследуемым сигналом необходимо:

1. Подготовить осциллограф к работе.
2. Переключатель метки «установить в положение «выкл.».
3. Переключатель «род работы» поставить в положение «непр.».
4. Установить требуемую частоту развертки так, как было описано выше.
5. Переключателями «частота плавно» и «синхрониз.» установить неподвижное изображение.

Для синхронизации от внешнего источника необходимо напряжение внешней синхронизации подвести к гнезду «вход X», а переключатель «род синхр.» установить в положение «внешн.».

При работе со ждущей разверткой положение переключателя должно соответствовать полярности синхронизирующего импульса независимо от полярности исследуемого импульса.

Синхронизация от сети возможна только при непрерывной развертке. Для этого необходимо переключатель «род синхр.» установить в положение «от сети» и ручкой «синхрониз.» добиться неподвижного изображения на экране осциллографа.

В остальном работа с осциллографом аналогична работе с непрерывной разверткой с синхронизацией исследуемым сигналом.

Развертка от внешнего источника. При необходимости использования внешнего напряжения в качестве горизонтально отклоняющего напряжения переключатель «род работы» следует установить в положение «усилит.», а переключатель «род синхр.» — в положение «внешн.». Развертывающее напряжение подать на «вход X». Величина развертки при этом регулируется ручкой «синхрониз.».

Измерение напряжения. Для измерения амплитуды импульса необходимо:

1. Получить удобное для наблюдений изображение импульса.
2. Отсчитать величину изображения амплитуды импульса по масштабной сетке.

3. Запомнить положение переключателя «делитель». Ручку «усиление» до конца измерений не поворачивать.

4. Переключатель «делитель» перевести в положение «калибр.».

5. Ручкой «калибровка амплитуды» установить такое калибрационное напряжение, чтобы на экране получить изображение, равное по величине изображению исследуемого импульса. Если этого достичь не удастся, можно установить другие удобные для отсчета размеры изображения.

6. Отсчитать по верхней шкале (импульсное) в окне значение калибрационного напряжения.

7. Амплитуда исследуемого импульса определяется по формуле

$$U = \frac{a}{b} k U_K$$

где a — величина изображения исследуемого импульса, мм; b — величина изображения калибрационного сигнала, мм; k — коэффициент деления входного делителя; U_K — величина калибрационного напряжения, соответствующая величине изображения, в.

При равенстве изображений сигнала и калибрационного напряжения амплитуда импульса определяется умножением отсчитанной величины по верхней шкале на коэффициент деления входного делителя. Если изображение калибрационного сигнала при ждущей развертке неустойчиво, калибровку можно производить при непрерывной развертке.

Напряжение синусоидальной формы измеряется аналогично, лишь величина калибрационного напряжения (эффективное значение) отсчитывается по нижней шкале в том же окне.

Подача напряжений на отклоняющие электроды трубки. Для непосредственного соединения исследуемой схемы с отклоняющими электродами трубки служат клеммы на задней панели (рис. 4). При непосредственном соединении из гнезд вынимаются короткозамкнутые вилки, а на гнезда, обозначенные «пластины», подается исследуемое напряжение (но не более 200 в амплитудного значения).

Следует помнить, что в этом случае возможна лишь внешняя синхронизация развертки. Кроме того, при этом отсутствует задержка импульса и передний фронт его может оказаться невидимым.

Предостережение. Необходимо иметь в виду, что гнезда, обозначенные «усилитель» (нижние), находятся под большим анодным напряжением и заземление или замыкание их недопустимо.