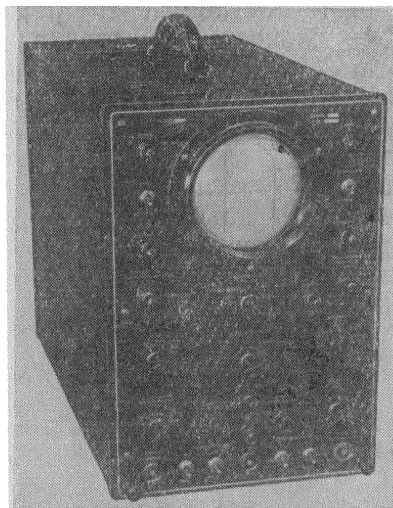


# ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ ОСЦИЛЛОГРАФ ЭНО-1

## Назначение и область применения

Низкочастотный электронно-лучевой осциллограф ЭНО-1 предназначен для визуального наблюдения формы кривой низкочастотных электрических колебаний и импульсных процессов большой длительности. Осциллограф ЭНО-1 рассчитан на применение в условиях лабораторий и стационарных ремонтных мастерских.



Внешний вид электронно-лучевого осциллографа ЭНО-1.

### ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

1. Электронно-лучевая трубка типа 13ЛО36 с диаметром экрана 125 мм.
2. Усилитель вертикального отклонения:
  - а) коэффициент ослабления входного аттенюатора 1:1; 1:3; 1:10; 1:30; 1:100;
  - б) коэффициент ослабления выносного делителя 1:10 при погрешности не более  $\pm 2,5\%$ ;
  - в) полоса усиливаемых частот 0— $10^6$  гц;
  - г) неравномерность частотной характеристики при выходном напряжении 60 в не превышает 3 дб;
  - д) чувствительность не хуже 3 мв/мм (0,03 см/мв);
  - е) изменение чувствительности — плавное и скачкообразное — 3; 9; 30; 90 и 300 мв/мм;
  - ж) входное сопротивление: без выносного делителя 510 ком и 75 ом; с выносным делителем 5,1 Мом.
3. Диапазон частот непрерывной развертки: 0,1—0,3; 0,3—1; 1—3; 3—10; 10—30; 30—

100; 100—300; 300—1000; 1000—3000; 3000—10 000 гц.

4. Длительность ждущей развертки: 100—300; 300—1000 мксек; 1—3; 3—10; 10—30; 30—100; 100—300; 300—1000 мсек; 1—3; 3—10 сек.

5. Нелинейность непрерывной и ждущей разверток в пределах 100 мм экрана трубки не превышает 10%.

6. Генератор запуска ждущей развертки:

а) длительность импульса около 50 мксек;

б) время задержки относительно начала развертки регулируется скачкообразно и, в зависимости от длительности развертки, имеет значения: 25, 250 мксек; 2,5; 25 и 250 мсек;

в) частота следования импульсов 0,1—50 гц;

г) пределы регулировки амплитуды импульсов на нагрузке 10 ком 5—50 в.

7. Длительность калибровочных меток: 0,02; 0,2; 2; 20 и 200 мсек.

8. Погрешность установки калибровочных меток не превышает  $\pm 5\%$ .

9. Пределы измерения амплитуды исследуемых сигналов 0,05—250 в.

10. Погрешность измерения амплитуды исследуемых сигналов не превышает  $\pm 10\%$ .

11. Пределы изменения напряжения на входе для получения устойчивой синхронизации:

а) при внутренней синхронизации 0,02—400 в;

б) при внешней синхронизации 2—20 в.

12. В приборе предусмотрена возможность модуляции луча по яркости внешним сигналом.

13. Питание осуществляется от сети переменного тока 50 гц, напряжением 127/220 в + 5, — 10%.

14. Потребляемая мощность не более 250 ва.

15. Габаритные размеры: 576×444××280 мм.

16. Вес не более 26 кг.

## КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ

Электронно-лучевой низкочастотный осциллограф ЭНО-1 по своему устройству и назначению аналогичен осциллографу И-304, но отличается от него лучшими техническими характеристиками (более широкие полосы пропускания усилителя вертикального отклонения и пределы изменения частоты и длительности периодической и ждущей разверток и т. д.).

Осциллограф ЭНО-1 состоит из следующих основных узлов: входных цепей, усилителя вертикального отклонения, электронно-лучевой трубки, генератора развертки, усилителя горизонтального отклонения, усилителя синхронизации, калибраторов длительности и амплитуды, генератора запускающих импульсов и блока питания с электронным стабилизатором.

Блок-схема осциллографа показана на рис. 1.5, а принципиальная схема — на рис. 1.6.

дуемый сигнал или калибровочное напряжение, и внешнего делителя с коэффициентом ослабления 1:10.

Переключатель входа  $B1$  позволяет выбрать величину входного сопротивления (510 ком или 75 ом) и подать исследуемый сигнал на вход усилителя либо непосредственно, либо через емкость  $C9$ .

Внешний делитель следует применять при измерении импульсов с амплитудой более 20 в и синусоидальных напряжений больше 20 в<sub>эфф</sub>. Для измерения импульсов с амплитудой более 200 в калибровку чувствительности усилителя необходимо производить для размаха 35 мм.

Усилитель вертикального отклонения состоит из двух симметрично включенных катодных повторителей на двойном триоде 6Н2П ( $L2$ ), парафазного усилителя с катодной связью на двойном триоде 6Н1П ( $L3$ ), двухкаскадного симмет-

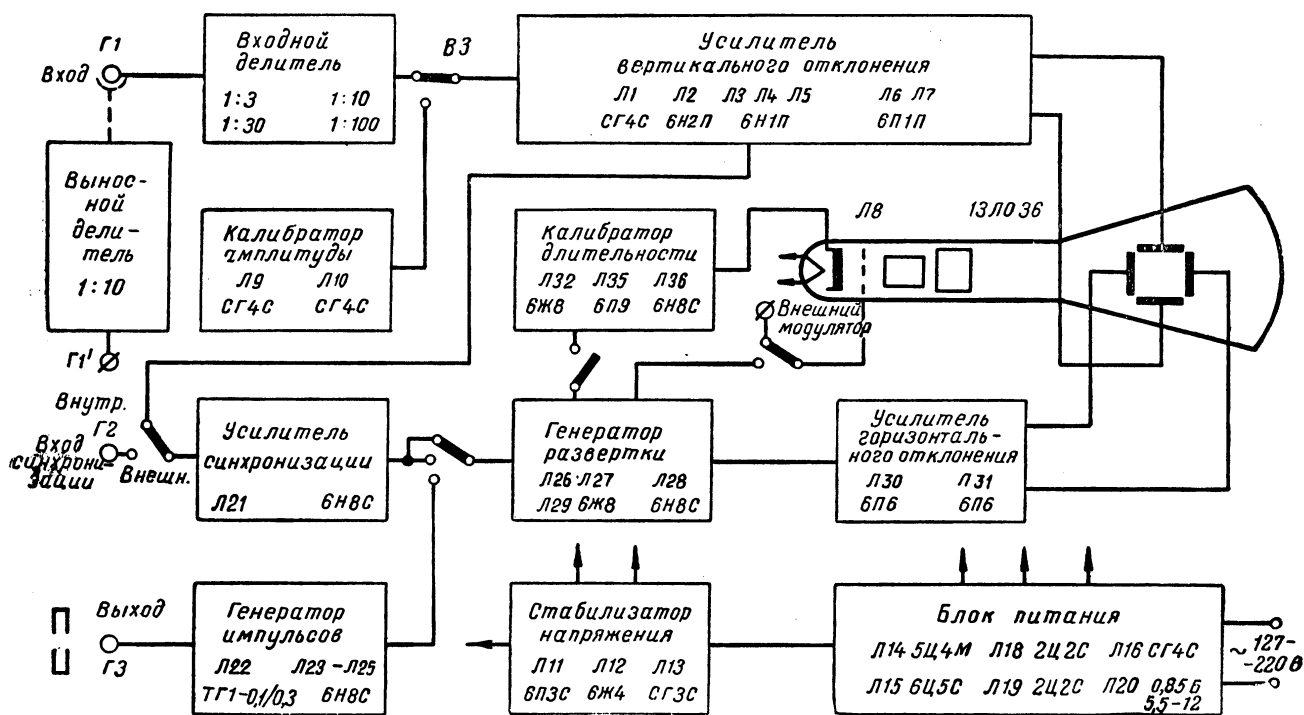


Рис. 1.5. Блок-схема электронного осциллографа ЭНО-1.

Входные цепи состоят из переключателя  $B1$  («Сопротивление и режим работы входа»), входного реостатно-емкостного делителя (переключатель  $B2$  — Чувствительность 3; 9; 30; 90; 300 мв/мм), переключателя  $B3$ , подающего на вход усилителя исследу-

емого сигнала или калибровочное напряжение, и окончного симметричного каскада на лучевых тетрадах 6П1П ( $L6$  и  $L7$ ).

Плавная регулировка усиления (чувствительности) осуществляется с помощью потенциометра  $R12$ , включенного в катодную цепь

лампы Л2 («Чувствительность плавно»). Выравнивание постоянного напряжения на катодах катодных повторителей производится потенциометром R15 («Установка нуля»). Смещение луча по вертикали осуществляется изменением потенциала анодов ламп парафазного усилителя с помощью потенциометра R20. Для повышения стабильности работы усилителя и расширения полосы пропускания введена отрицательная обратная связь через сопротивления R21 и R22, охватывающая три последних каскада, и положительная обратная связь — через емкость СК.

Газовый стабилизатор СГ4С (Л1) используется для стабилизации анодного напряжения предварительных каскадов усилителя, которые вместе с сопротивлением R30 являются катодной нагрузкой оконечного каскада. С анодных нагрузок ламп Л6 и Л7 исследуемый сигнал подается на вертикально отклоняющие пластины электронно-лучевой трубки 13ЛО36 (Л8) и на вход усилителя синхронизации.

Усилитель синхронизации собран на двойном триоде 6Н8С (Л21) и позволяет получить на выходе отрицательный им-

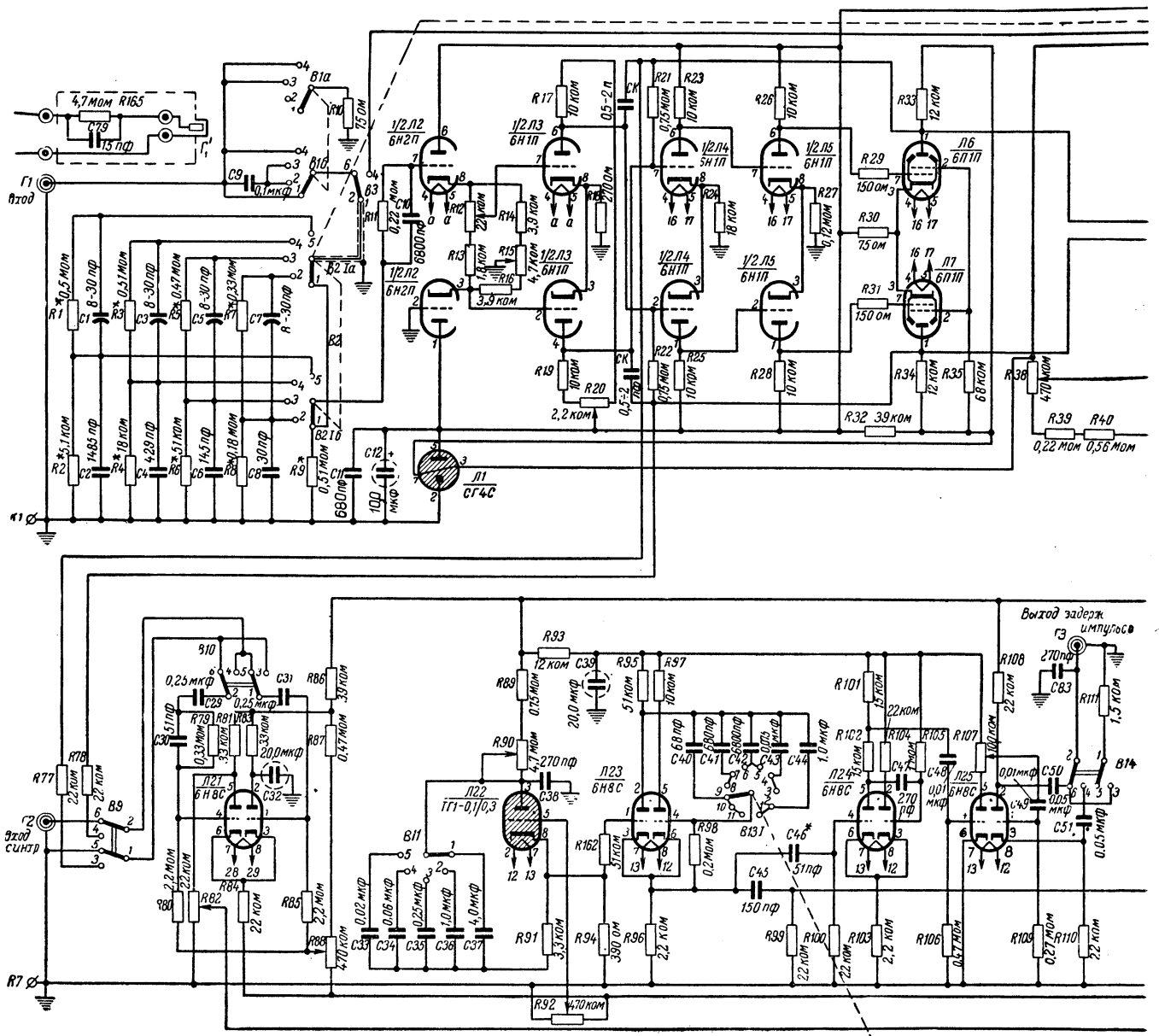


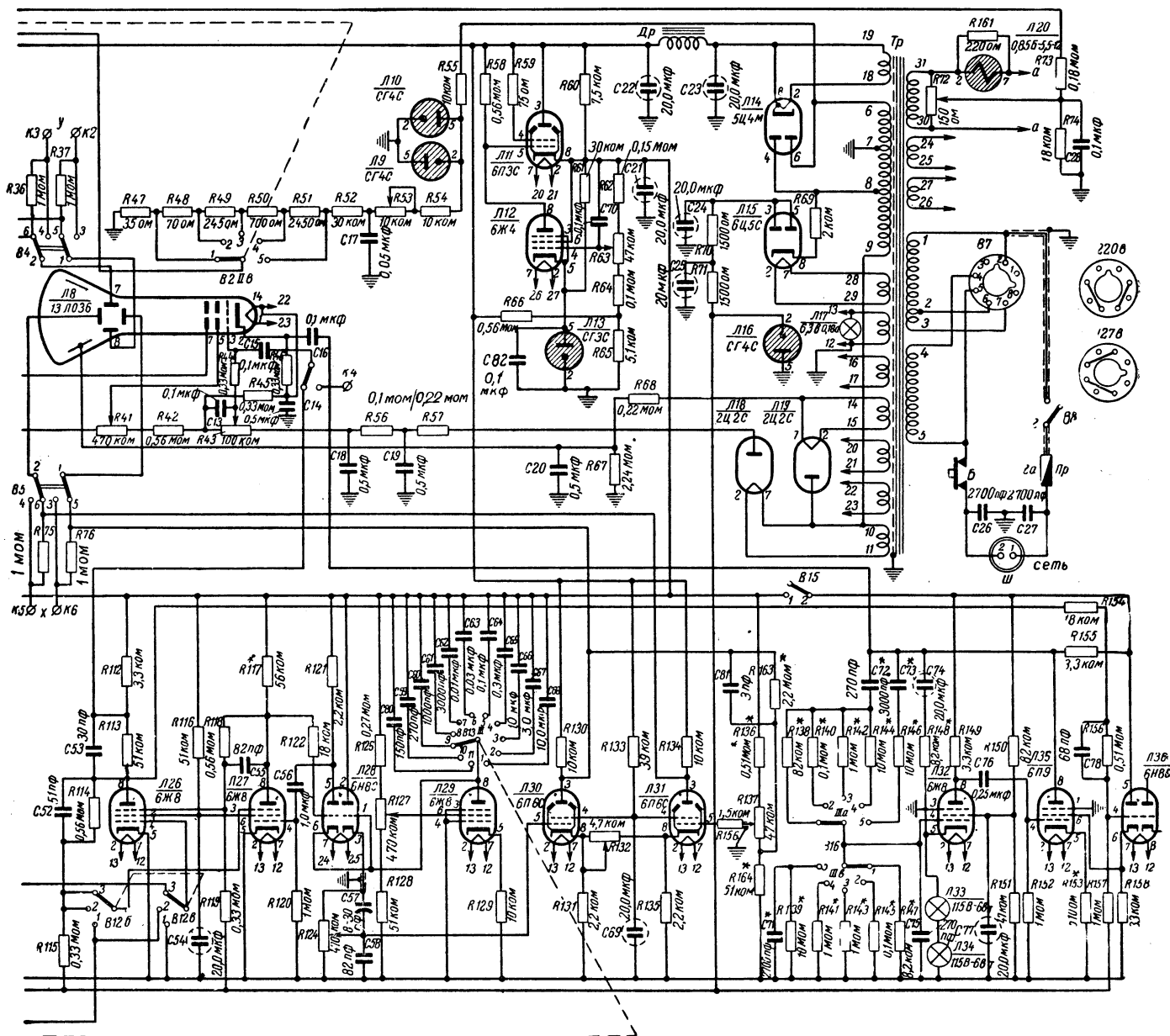
Рис. 1.6. Принципиальная схема

пульс, независимо от полярности сигнала на входе усилителя. Изменение полярности производится переключателем *B10*, а регулировка усиления — потенциометром *R82* («Амплитуда синхронизации»).

Генератор развертки собран на лампах 6Ж8 (*L26*, *L27* и *L29*) и 6Н8С (*L28*), и вырабатывает линейно падающее напряжение. Генератор может работать в трех режимах: а) в режиме непрерывных колебаний, б) в ждущем режиме, в) в ждущем режиме с запуском от внутреннего генератора импульсов.

Линейно падающее напряжение получается за счет заряда емкостей *C59—C68* через токоограничивающее сопротивление, роль которого выполняет пентод 6Ж8 (*L29*).

При работе генератора в режиме непрерывных колебаний лампа *L26*, управляющая сетка которой замыкается накоротко на землю, в работе участия не принимает. Лампа 6Ж8 (*L27*) и левый триод 6Н8С (*L28*) образуют мультивибратор с двумя устойчивыми положениями равновесия. Частота развертки скачкообразно регулируется путем переключения заряжаемых емкостей *C59—C68*



электронного осциллографа ЭНО-1.

(переключатель *B13*—«*Диапазоны*»), а плавно—с помощью потенциометра *R127*, изменяющего напряжение на экранирующей сетке *L29*.

В ждущем режиме к генератору развертки подключается лампа *L26* (6Ж8), которая образует с лампой *L27* мультивибратор со связью по третьим сеткам, имеющий два устойчивых состояния. Левый триод *L28* включен параллельно зарядной емкости, и если он заперт, происходит заряд емкости, если же он отперт, емкость быстро разряжается.

В ждущем режиме с запуском от внутреннего генератора работа генератора развертки происходит так же, как и в ждущем режиме, только запускающий сигнал на первую сетку *L26* подается не извне, а от внутреннего генератора импульсов.

При запуске ждущей развертки от внутреннего генератора импульсов необходимо учитывать, что частота запуска не должна превышать частоту развертки.

Отклоняющее напряжение при всех режимах работы генератора развертки снимается с анода лампы *L29* и поступает на сетку катодного повторителя, собранного на правом триоде 6Н8С (*L28*).

С сопротивления *R112*, которое является частью анодной нагрузки лампы *L26*, снимается «подсвечивающий» сигнал, подаваемый на модулирующий электрод электронно-лучевой трубки для подсвечивания прямого хода развертки.

Усилитель горизонтального отклонения, представляющий собой парафазный усилитель, собранный на лучевых тетрадах типа 6П6С (*L30* и *L31*), усиливает напряжение развертки, снимаемое с потенциометра *R124*. Аноды ламп усилителя непосредственно связаны с отклоняющими пластинами, и смещение луча по горизонтали осуществляется с помощью потенциометра *R137* («*Смещение X*»), регулирующего начальное смещение на сетке *L31*. Регулировка коэффициента усиления производится потенциометром *R132* («*Амплитуда развертки*»), при помощи которого изменяется связь между каскадами усилителя.

Генератор импульсов, собранный на тиратроне ТГ1-0,1/0,3 (*L22*) и трех лампах 6Н8С (*L23*, *L24* и *L25*), вырабатывает запускающие импульсы отрицательной полярности и выдает задержанный относительно начала развертки импульс любой полярности.

Частота следования импульсов генератора определяется релаксационным генератором, работающим на тиратроне ТГ1-0,1/0,3

(*L22*). Частота регулируется с помощью емкостей *C33*—*C37* («*Частота запуска*») и сопротивления *R90* («*Частота плавно*»).

Лампа *L23* (6Н8С) представляет собой однопериодный несимметричный мультивибратор с одним устойчивым состоянием, запускаемый сигналом от релаксационного генератора. На катодной нагрузке этого мультивибратора (сопротивление *R96*) образуется отрицательный импульс, длительность которого определяется в основном величинами сопротивления *R98* и переходной емкостью *C40*—*C44*. Этот импульс подается на дифференцирующие цепочки *C45*—*R99* и *C46*—*R100*. Отрицательным импульсом, снимаемым с *R99*, запускается генератор развертки. Положительным импульсом, снимаемым с *R100*, запускается второй однопериодный мультивибратор на лампе 6Н8С (*L24*). Отрицательный импульс снимается с части анодной нагрузки левого триода *L24* и подается на сетку лампы усилителя задержанного импульса (лампа *L25* типа 6Н8С). Для получения импульсов обеих полярностей правый триод имеет нагрузки в катоде и в аноде. Амплитуда задержанного импульса регулируется потенциометром *R107* («*Амплитуда задерж. импульса*»).

Калибратор длительности представляет собой RC-генератор синусоидальных колебаний на лампах 6Ж8 (*L32*) и 6П9 (*L35*). Лампочки накаливания (*L33* и *L34*) образуют цепь отрицательной обратной связи, применение которой повышает стабильность частоты и амплитуды генерируемых колебаний.

Нужная частота колебаний устанавливается с помощью переключателя *B16* («*Калибровка длительности*»), имеющего 5 положений 0,02; 0,2; 2; 20 и 200 мсек, соответствующих частотам 50 и 5 кГц, 500, 50 и 5 Гц. Для синхронизации частоты генератора с частотой ждущей развертки экранирующая сетка лампы *L35* питается от нагрузки катодного повторителя, собранного на левом триоде *L36* (лампа 6Н8С), на управляющую сетку которого подается положительный импульс с анода лампы *L26* генератора развертки. Модулирующее напряжение на катод электронно-лучевой трубки снимается с анодной нагрузки *L35*.

Калибратор амплитуды служит для приведения чувствительности усилительного тракта к номинальной. Два газовых стабилизатора СГ4С (*L9* и *L10*) формируют из синусоидального напряжения 50 Гц напряжение прямоугольной формы с размахом 300 в (от пика до пика). Калибровочное напряжение с делителя *R47*—*R54* подается на входной attenuator. Каждому положению

переключателя чувствительности соответствует определенная часть калибровочного напряжения.

Блок питания состоит из силового трансформатора, четырех кенотронных выпрямителей и стабилизатора напряжения.

Питание анодных цепей ламп усилителя вертикального отклонения осуществляется от двухполупериодного выпрямителя на лампе 5Ц4М (Л14), дающего напряжение +420 в. От этого же выпрямителя через электронный стабилизатор напряжения питаются анодные цепи ламп генератора развертки, усилителя синхронизации, усилителя горизонтального отклонения и калибратора длительности. Стабилизатор напряжения собран на лампах 6ПЗС (Л11), 6Ж4 (Л12), СГЗС (Л13) и обеспечивает получение напряжения +240 в.

Для питания цепей сеток ламп служит однополупериодный выпрямитель на лампе 6Ц5С (Л15). Выпрямленное напряжение (-150 в) стабилизировано газовым стабилизатором СГ4С (Л16).

Питание электронно-лучевой трубки осуществляется от двух высоковольтных однополупериодных выпрямителей на лампах 2Ц2С на «-2 кВ» (Л18) и «+2 кВ» (Л19).

Напряжение питания накальных цепей ламп Л2 и Л3 усилителя вертикального отклонения стабилизировано бареттором 0,85Б5,5-12 (Л20).

Конструктивно все элементы схемы осциллографа смонтированы на шасси, состоящем из двух горизонтальных и одной вертикальной (передней) панелей. Шасси помещено в металлический кожух, снабженный ручкой для переноски.

В верхней части кожуха имеется открывающаяся дверка для доступа к клеммам подачи напряжения на отклоняющие пластины и к клемме внешней модуляции по яркости.

Отклоняющие пластины электронно-лучевой трубки в обоих положениях переключателя находятся под высоким потенциалом относительно шасси прибора. Подачу напряжения на пластины необходимо производить через разделительный конденсатор, так как ни одну из пластин заземлять нельзя.

После включения прибора и в процессе его работы необходимо периодически проверять симметрию плеч усилителя вертикального отклонения (ручка «Коррекция нуля»). Наличие несимметрии в усилителе определяется по смещению линии по вертикали при вращении ручки «Чувствительность плавно».

#### Рабочий комплект сменных элементов

Электронно-лучевая трубка 13ЛО36 — 1 шт. Лампы: 6Н1П — 3 шт.; 6Н2П — 1 шт.; 6П1П — 2 шт.; 6Н8С — 6 шт.; 6Ж4 — 1 шт.; 6Ж8 — 4 шт.; 6ПЗС — 1 шт.; 6П6С — 2 шт.; 6П9 — 1 шт.; ТГ-1-0,1/0,3 — 1 шт.; 0,85Б 5,5-12 — 1 шт.; 2Ц2С — 2 шт.; 5Ц4М — 1 шт.; 6Ц5С — 1 шт.; СГЗС — 1 шт.; СГ4С — 4 шт. Сигнальная лампа 6,3в 0,28а — 1 шт. Электролампа СМ-28 — 2 шт. Предохранитель плавкий ПЦ-30-2 на 2а — 1 шт.

#### Комплектация

К осциллографу ЭНО-1 прилагается:

1. Выносной делитель . . . . . 1 шт.
2. Коаксиальный кабель с зубчатым зажимом . . . . . 2 шт.
3. Светофильтр . . . . . 1 шт.
4. Шнур питания . . . . . 1 шт.
5. Описание . . . . . 1 экз.
6. Паспорт . . . . . 1 экз.

## ЭЛЕКТРОННЫЙ ОСЦИЛЛОГРАФ ЭО-4

### Назначение и область применения

Электронный осциллограф ЭО-4 предназначен для наблюдения и исследования периодических электрических процессов. Прибор может быть применен для исследования неэлектрических процессов, преобразованных в электрические.

Особенностью прибора ЭО-4 является его большое усиление, что позволяет исследовать весьма слабые сигналы без предварительного усиления.

Прибор рассчитан на применение в условиях лабораторий, заводских цехов и ремонтных мастерских.

#### ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

1. Электронно-лучевая трубка типа 13ЛО37 с диаметром экрана 125 мм.

2. Диапазон частот генератора развертки 2 гц—50 кгц.

3. Чувствительность по входу вертикального отклонения не менее 0,25 см/мв.

4. Чувствительность по входу горизонтального отклонения не менее 5 см/в.

5. Усиление усилителя вертикального отклонения 1800.