

нием осциллографов этого класса является качественный контроль различных низкочастотных устройств.

К второму классу принадлежат более современные осциллографы с трубками диаметром 78 см и более, имеющие усилители по двум каналам с широкой полосой пропускаемых частот и большим коэффициентом усиления. Выходные каскады их выполнены по симметричной схеме, на входах имеются аттенюаторы, а схемы разверток допускают больший диапазон скоростей.

К третьему классу следует отнести осциллографы, предназначенные для импульсных измерений и точных исследовательских работ. Диаметры трубок этих осциллографов, как правило, самые максимальные. Усилители их рассчитаны на широкий диапазон усиливаемых частот. Блоки ждущей и периодической разверток собираются на вакуумных лампах, а не на тиратронах. Вспомогательные устройства (генераторы марок времени, электронные переключатели, калибраторы разверток и др.) обязательно должны входить в осциллографы этого класса.

К четвертому классу следует отнести все специализированные осциллографы, предназначенные для узкого круга специфических задач (осциллографы для магнитных измерений, для исследования телевизионных установок и т. п.).

В последние годы довольно широко начали распространяться двухлучевые осциллографы, позволяющие наблюдать форму двух взаимосвязанных переменных напряжений, действующих в различных цепях испытываемой установки. В этих осциллографах используются специальные электронно-лучевые трубы, имеющие внутри общей колбы два самостоятельных электронных прожектора, которые создают два узких падающих на общий экран электронных луча. При исследовании двух взаимосвязанных процессов отклонение обоих электронных лучей по горизонтали производят синхронно подачей общего пилообразного напряжения развертки на горизонтально-отклоняющие пластины обоих электронных прожекторов. Управление электронными лучами по вертикали осуществляют раздельно, для чего исследуемые напряжения подводят к различным парам вертикально-отклоняющих пластин непосредственно или через отдельные усилители.

Для одновременного воспроизведения кривых двух электрических процессов в практике радиоизмерений нередко используются обычные электронные осциллографы, снабженные коммутирующей приставкой.

Технические характеристики. Главнейшими техническими характеристиками каждого электронного осциллографа следует считать: размер трубы, чувствительность с усилителем по вертикальному каналу, полосу пропускания и частотные искажения вертикального усилителя, входное сопротивление вертикального усилителя, чувствительность с усилителем по горизонтальному каналу, полосу пропускания и частотные искажения горизонтального усилителя, входное сопротивление горизонтального усилителя и вид развертки.

Проверочная документация. Электронно-лучевые осциллографы относятся к индикаторным приборам и государственной поверке не подлежат, за исключением импульсных осциллографов, являющихся измерителями времени. Последние проверяются по методическим указаниям Комитета стандартов, мер и измерительных приборов при Совете Министров Союза ССР № 151 — «По поверке импульсных приборов типов 25-И, 26-И и 104-И».

§ 60. ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ НИЗКОЧАСТОТНЫЙ ОСЦИЛЛОГРАФ ТИПА ЭНО-1

Электронно-лучевой низкочастотный осциллограф типа ЭНО-1 (рис. 96) представляет собой переносный лабораторный прибор, предназначенный для визуального наблюдения формы низкочастотных электрических колебаний, а также для рассмотрения формы и измерения основных параметров импульсных процессов большой длительности,

Он рассчитан для эксплуатации при температуре окружающего воздуха от +10 до +35° С и относительной влажности до 80%.

Прибор применяется по назначению в лабораторной и цеховой практике.

Основные технические характеристики. 1. Диаметр экрана электронно-лучевой трубы 135 мм.

2. Осциллограф обеспечивает:

а) наблюдение формы, измерение длительности и амплитуды импульсов обеих полярностей длительностью от 50 мкеск до 10 сек при частоте повторения от 0,1 до 2000 гц и напряжением до 400 в;

б) наблюдение формы и измерение амплитуды периодических колебаний с частотой от 0,1 до 100 000 гц и напряжением до 400 в амплитуды от пика до пика.

3. Полоса пропускания усилителя вертикального отклонения от 0 до $1 \cdot 10^6$ гц. При выходном напряжении 60 в неравномерность частотной характеристики не превышает ± 3 дБ.

4. Входное сопротивление усилителя устанавливается: высокоомное 520 ком; низкоомное 75 ом; с выносным делителем 5,2 Мом.

5. Чувствительность усилителя вертикального отклонения устанавливается плавно и скачкообразно со значениями 3, 9, 30, 90 и 300 мв/мм.

6. Осциллограф имеет два вида разверток:

Рис. 96. Внешний вид прибора типа ЭНО-1

1) непрерывную с диапазоном от 0,1 гц до 10 кгц (разбит на 11 поддиапазонов);

2) ждущую с диапазоном длительности от 100 мкеск до 10 сек (разбит на 11 поддиапазонов).

7. Нелинейность непрерывной и ждущей разверток в пределах 100 мм экрана не превышает 10%. Для поддиапазонов 3 кгц и 10 кгц нелинейность не превышает 15%.

8. Синхронизация разверток осуществляется как исследуемым сигналом, так и от внешнего источника.

9. При синхронизации исследуемым сигналом амплитуда сигнала должна иметь значение в пределах от 0,02 до 400 в.

10. При внешней синхронизации напряжение синхронизирующего сигнала должно иметь значение в пределах от 3 до 30 в.

11. В осциллографе имеется генератор запуска ждущей развертки, дающий задержанный относительно начала развертки импульс длительностью 50 мкеск на уровне 0,5.

12. Частота следования импульсов от 0,1 до 50 гц регулируется плавно и скачкообразно.

13. Амплитуда задержанного импульса изменяется плавно в пределах 5—50 в на нагрузке 10 ком.

14. Время задержки регулируется скачкообразно и имеет значения 25, 250 мкеск, 2,5, 25 и 250 месек.

15. Прибор обеспечивает измерение амплитуды исследуемых сигналов напряжением от 0,05 до 250 в с погрешностью, не превышающей $\pm 10\%$.

16. Прибор обеспечивает измерение длительности исследуемых сигналов

при помощи калибровочных отметок времени 0,02; 0,2; 2; 20 и 200 мсек с погрешностью, не превышающей $\pm 5\%$.

17. В приборе предусмотрена возможность подачи исследуемого сигнала непосредственно на отклоняющие пластины электронно-лучевой трубы.

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

19. Прибор снабжается выносным делителем, обеспечивающим ослабление в 10 раз с погрешностью не более $\pm 10\%$.

20. Питание прибора от сети переменного тока напряжением 127 или 220 в частотой 50 гц.

21. Потребляемая мощность от сети около 250 вт.

22. Габариты: 576×444×280 мм.

23. Вес прибора 26 кг.

Схема прибора (рис. 97). Прибор типа ЭНО-1 состоит из следующих основных узлов: переключателя входа, усилителя вертикального отклонения, калибратора амплитуды, генератора развертки, усилителя горизонтального отклонения, усилителя синхронизации, генератора импульсов, калибратора длительности и блока питания с электронным стабилизатором напряжения.

Переключателем входа устанавливается режим работы усилителя (усиление постоянного или переменного тока) и входное сопротивление усилителя (0,5 Мом или 75 ом). Через тумблер B_3 , предназначенный для подключения к входу усилителя исследуемого или калибровочного напряжения, сигнал подается на переключатель чувствительности (входной аттенюатор), которым устанавливается нужный размах изображения на экране.

Усилитель вертикального отклонения усиливает исследуемый сигнал до величины, удобной для рассмотрения. В усилителе имеется регулировка чувствительности, коррекции нуля усилителя постоянного тока и регулировка смещения луча по вертикали. Выход усилителя гальванически связан с вертикально-отклоняющими пластинами трубы.

Калибратор амплитуды служит для калибровки чувствительности (по напряжению) канала отклонения луча по вертикали.

Генератор развертки вырабатывает линейно-отклоняющее напряжение, частота которого может регулироваться скачкообразно и плавно. Генератор может работать в режиме непрерывных колебаний, ждущем режиме и в режиме запуска от внутреннего генератора.

Генератор развертки вырабатывает подсвечивающий импульс, который отпирает трубку на время прямого хода, а также импульс, запускающий калибратор длительности. С выхода генератора развертки отклоняющее напряжение подается на усилитель горизонтального отклонения, который усиливает приходящее напряжение и превращает его из несимметричного в симметричное. Выход усилителя гальванически связан с горизонтально-отклоняющими пластинами трубы.

Усилитель синхронизации служит для согласования работы генератора развертки с исследуемым сигналом. Усилитель позволяет осуществить внутреннюю синхронизацию (исследуемым сигналом) и внешнюю синхронизацию, для чего на вход усилителя синхронизации (гнездо G_2) должен быть подан внешний синхронизирующий сигнал. Выбор рода синхронизации осуществляется тумблером B_9 .

При внутреннем запуске развертки включается генератор импульсов, который вырабатывает импульс, запускающий развертку, а также импульс, задерживающий относительно запускающего, т. е. относительно начала развертки. Этот импульс, амплитуда и полярность которого регулируются, подается на гнездо G_3 «Выход задержанного импульса».

Калибратор длительности вырабатывает синусондальное напряжение, которым модулируется луч по яркости и тем самым создается электрический масштаб времени в виде равноотстоящих друг от друга яркостных отметок. Калибратор работает синхронно со ждущей разверткой. Блок питания служит для получения постоянных и переменных напряжений, необходимых для работы схемы. Электронный стабилизатор сглаживает колебания питающей сети и обеспечивает устойчивую работу отдельных блоков прибора.

Таблица 30

Спецификация
к принципиальной схеме прибора типа ЭНО-1

Обозна- чение на схеме	Тип и основные данные	Обозна- чение на схеме	Тип и основные данные
L_1	СГ4С	R_{27}	МЛТ-0,5-0,12 <i>Мом</i>
L_2	6Н2П	R_{28}	МЛТ-0,5-10 <i>ком</i>
$L_3—L_7$	6Н1П 5 шт.	R_{29}	МЛТ-0,5-150 <i>ом</i>
L_8	13ЛО36	R_{30}	МЛТ-0,5-150 <i>ом</i> 2 шт.
L_9 и L_{10}	СГ4С 2 шт.	R_{31}	МЛТ-0,5-150 <i>ом</i>
L_{11}	6П3С	R_{32}	МЛТ-2-27 <i>ком</i>
L_{12}	6Ж4	R_{33} и R_{34}	ПЭВ-20-12 <i>ком</i> 2 шт.
L_{13}	СГ3С	R_{35}	МЛТ-1-68 <i>ком</i>
L_{14}	5Ц4М	R_{36} и R_{37}	ВС-0,25-1 <i>Мом</i> 2 шт.
L_{15}	6Ц5С	R_{38}	СП-1-2а-470 <i>ком</i>
L_{16}	СГ4С	R_{39}	ВС-1-0,22 <i>Мом</i>
L_{17}	МН-16; 13,5 <i>в</i> 0,18 <i>а</i>	R_{40}	ВС-1-0,56 <i>Мом</i>
L_{18} и L_{19}	2Ц2С 2 шт.	R_{41}	СП-1-2а-470 <i>ком</i>
L_{20}	0,85Б 5,5—12	R_{42}	ВС-1-0,56 <i>Мом</i>
L_{21}	6Н8С	R_{43}	СП-1-2а-100 <i>ком</i>
L_{22}	ТГ-1-0,1/0,3	R_{44} — R_{46}	ВС-0,25-0,33 <i>Мом</i> 3 шт.
L_{23} — L_{25}	6Н8С 3 шт.	R_{47}	Проволочное 35 <i>ом</i>
L_{26} и L_{27}	6Ж8 2 шт.	R_{48}	Проволочное 75 <i>ом</i>
• L_{28}	6Н8С	R_{49}	Проволочное 245 <i>ом</i>
L_{29}	6Ж8	R_{50}	Проволочное 700 <i>ом</i>
L_{30} и L_{31}	6П6С 2 шт.	R_{51}	Проволочное 2450 <i>ом</i>
L_{32}	6Ж8	R_{52}	Проволочное 30 <i>ком</i>
L_{33} и L_{34}	СМ-28; 115 <i>в</i> 6 <i>вт</i> 2 шт.	R_{53}	ППЗ-11-10 <i>ком</i>
L_{35}	6П9	R_{54}	Проволочное 10 <i>ком</i>
L_{36}	6Н8С	R_{55}	ПЭВ-10-10 <i>ком</i>
R_1	ВС-0,25-0,5 <i>Мом</i>	R_{56}	ВС-0,5-0,1 <i>Мом</i>
R_2	ВС-0,25-5,1 <i>ком</i>	R_{57}	ВС-1-0,22 <i>Мом</i>
R_3	ВС-0,25-0,51 <i>Мом</i>	R_{58}	ВС-0,5-0,56 <i>Мом</i>
R_4	ВС-0,25-18 <i>ком</i>	R_{59}	ВС-0,25-75 <i>ом</i>
R_5	ВС-0,25-0,47 <i>Мом</i>	R_{60}	ПЭВ-10-75 <i>ком</i>
R_6	ВС-0,25-51 <i>ком</i>	R_{61}	ВС-2-30 <i>ком</i>
R_7	ВС-0,25-0,33 <i>Мом</i>	R_{62}	ВС-0,5-0,15 <i>Мом</i>
R_8	ВС-0,25-0,18 <i>Мом</i>	R_{63}	СП-1-2а-47 <i>ком</i>
R_9	ВС-0,25-0,51 <i>Мом</i>	R_{64}	ВС-0,5-0,1 <i>Мом</i>
R_{10}	ВС-1-75 <i>ом</i>	R_{65}	ВС-0,25-5,1 <i>ком</i>
R_{11}	МЛТ-0,5-0,22 <i>Мом</i>	R_{66}	ВС-0,5-0,56 <i>Мом</i>
R_{12}	СП-1-2а-22 <i>ком</i>	R_{67}	ВС-1-0,56 4 шт. последова- тельно
R_{13}	МЛТ-0,5-1,8 <i>ком</i>	R_{68}	ВС-1-0,22 <i>Мом</i>
R_{14}	МЛТ-0,5-3,9 <i>ком</i>	R_{69}	ПЭВ-10-2 <i>ком</i>
R_{15}	СП-1-2а-4,7 <i>ком</i>	R_{70} и R_{71}	МЛТ-2-1500 <i>ом</i> 2 шт.
R_{16}	МЛТ-0,5-3,9 <i>ком</i>	R_{72}	ППЗ-11-150
R_{17}	МЛТ-0,5-10 <i>ком</i>	R_{73}	ВС-0,25-0,18 <i>Мом</i>
R_{18}	МЛТ-0,5-270 <i>ом</i>	R_{74}	ВС-0,25-18 <i>ком</i>
R_{19}	МЛТ-0,5-10 <i>ком</i>	R_{75} и R_{76}	ВС-0,25-1 <i>Мом</i> 2 шт.
R_{20}	СП-1-2а-2,2 <i>ком</i>	R_{77} и R_{78}	ВС-0,25-22 <i>ком</i> 2 шт.
R_{21} и R_{22}	МЛТ-0,5-0,75 <i>Мом</i> 2 шт.	R_{79}	ВС-0,25-0,33 <i>Мом</i>
R_{23}	МЛТ-0,5-10 <i>ком</i>	R_{80}	ВС-0,25-1 <i>Мом</i>
R_{24}	МЛТ-1-18 <i>ком</i>	R_{81}	ВС-0,5-33 <i>ком</i>
R_{25} и R_{26}	МЛТ-0,5-10 <i>ком</i> 2 шт.		

Продолжение

Обозна- чение на схеме	Тип и основные данные	Обозна- чение на схеме	Тип и основные данные
R_{82}	СП-1-2а-22 ком	R_{138}	ВС-0,5-82 ком
R_{83}	ВС-0,5-33 ком	R_{139}	ВС-0,5-10 Мом
R_{84}	ВС-0,5-22 ком	R_{140}	ВС-0,5-0,1 Мом
R_{85}	ВС-0,25-1 Мом	R_{141}	ВС-0,5-10 Мом
R_{86}	ВС-2-39 ком	R_{142} и R_{143}	ВС-0,5-1 Мом 2 шт.
R_{87}	ВС-0,25-0,47 Мом	R_{144}	ВС-0,5-10 Мом
R_{88}	СП-1-2а-470 ком	R_{145}	ВС-0,5-0,1 Мом
R_{89}	ВС-0,5-0,75 Мом	R_{146}	ВС-0,5-10 Мом
R_{90}	СП-1-2а-4,7 Мом	R_{147} и R_{148}	ВС-0,5-8,2 ком 2 шт.
R_{91}	ВС-1-3,3 ком	R_{149}	ВС-0,5-3,3 ком
R_{92}	СП-1-2а-470 ком	R_{150}	ВС-0,5-82 ком
R_{93}	ВС-2-12 ком	R_{151}	ВС-0,5-47 ком
R_{94}	ВС-0,25-390 ом	R_{152}	ВС-0,25-1 Мом
R_{95}	ВС-0,5-51 ком	R_{153}	ВС-0,25-510 ком
R_{96}	ВС-0,25-2,2 ком	R_{154}	ВС-0,25-18 ком
R_{97}	ВС-0,5-10 ком	R_{155}	ВС-1-3,3 ком
R_{98}	ВС-0,25-0,2 Мом	R_{156}	ВС-0,25-0,51 Мом
R_{99} и R_{100}	ВС-0,25-22 ком 2 шт.	R_{157}	ВС-0,25-1 Мом
R_{101} и R_{102}	ВС-0,25-15 ком 2 шт.	R_{158}	ВС-0,5-33 ком
R_{103}	ВС-0,25-2,2 ком	R_{161}	ВС-1-220 ом
R_{104}	ВС-0,5-22 ком	R_{162}	ВС-0,25-51 ком
R_{105}	ВС-0,25-1 Мом	R_{163}	ВС-0,5-2,2 Мом
R_{106}	ВС-0,25-0,47 Мом	R_{164}	ВС-0,25-51 ком
R_{107}	СП-1-2а-100 ком	R_{165}	МЛТ-0,5-4,7 Мом
R_{108}	ВС-0,25-22 ком	R_{166}	ВС-0,25-1,5 ком
R_{109}	ВС-0,25-0,27 Мом	C_1	КПК-1-8/30 нф
R_{110}	ВС-0,25-22 ком	C_2	КСО-500-1485 нф
R_{111}	ВС-0,25-1,5 ком	C_3	КПК-1-8/30 нф
R_{112}	ВС-0,5-3,3 ком	C_4	КСО-500-429 нф
R_{113}	ВС-1-51 ком	C_5	КПК-1-8/30 нф
R_{114}	ВС-0,5-0,56 ком	C_6	КСО-250-145 нф
R_{115}	ВС-0,5-330 ком	C_7	КПК-1-8/30 нф
R_{116}	ВС-1-51 ком	C_8	КТК-1-30 нф
R_{117}	ВС-1-56 ком	C_9	КБГ-200-0,1 мкф
R_{118}	ВС-0,5-0,56 Мом	C_{10}	КСО-500-6800 нф
R_{119}	ВС-0,5-0,33 Мом	C_{11}	КСО-500-680 нф
R_{120}	ВС-0,25-1 Мом	C_{12}	КЭ-300-10 мкф
R_{121}	ВС-1-2,2 ком	C_{13}	КБГ-200-0,1 мкф
R_{122}	ВС-0,25-18 ком	C_{14}	КБГ-П-2-0,5 мкф
R_{124}	СП-1-2а-470 ком	C_{15} и C_{16}	КБГ-П-2-0,1 мкф 2 шт.
R_{126}	ВС-0,25-0,27 Мом	C_{17}	КБГ-400-0,05 мкф
R_{127}	СП-1-2а-470 ком	C_{18} — C_{20}	КБГ-П-2-0,5 мкф 3 шт.
R_{128}	ВС-0,25-51 ком	C_{21} и C_{22}	КЭ-450-20 мкф 2 шт.
R_{129}	ВС-0,25-10 ком	C_{23}	КЭ-500-20 мкф
R_{130}	ПЭВ-10-10 ком	C_{24} и C_{25}	КЭ-450-20 мкф 2 шт.
R_{131}	ВС-1-2,2 ком	C_{26} и C_{27}	КСО-500-270 нф 2 шт.
R_{132}	СП-1-2а-4,7 ком	C_{28}	КБГ-200-0,1 мкф
R_{133}	ВС-2-39 ком	C_{29}	МБГО-600-0,25 мкф
R_{134}	ПЭВ-10-10 ком	C_{30}	КСО-250-51 нф
R_{135}	ВС-1-2,2 ком	C_{31}	МБГО-600-0,25 мкф
R_{136}	ВС-0,25-510 ком	C_{32}	КЭ-450-20 мкф
R_{137}	СП-1-2а-47 ком	C_{33}	КБГ-600-0,02 мкф

Продолжение

Обозна- чение на схеме	Тип и основные данные	Обозна- чение на схеме	Тип и основные данные
C_{34} {	КБГ-400-0,05 мкф КО-500-0,01 мкф	C_{72}	КО-250-270 пф
C_{35}	МБГО-600-0,25 мкф	C_{73}	КО-500-3000 пф
C_{36}	МБГО-300-1 мкф	C_{74}	КЭ-450-20 мкф
C_{37}	МБГО-300-4 мкф	C_{75}	КО-250-270 пф
C_{38}	КО-250-270 пф	C_{76}	МБГО-600-0,25 мкф
C_{39}	КЭ-450-20 мкф	C_{77}	КЭ-450-20 мкф
C_{40}	КО-250-68 пф	C_{78}	КО-250-68 пф
C_{41}	КО-500-680 пф	C_{79}	КТК-1-15 пф
C_{42}	КО-500-6800 пф	C_{80}	КО-250-150 пф
C_{43} {	КБГИ-600-0,025 мкф КБГИ-400-0,05 мкф	C_{81}	КТК-1-М-3 пф
C_{44}	МБГО-300-1 мкф	C_{82}	КБГ-200-0,1 мкф
C_{45}	КО-250-150 пф	C_{83}	КО-250-270 пф
C_{46}	КО-250-120 пф	CK	Специальный 0,5/2 пф
C_{47}	КО-250-270 пф	B_1	Галетный 4 положения 2 на- правления
C_{48} II C_{49}	КО-250-0,01 мкф	B_2	Галетный 5 положений 3 на- правления
C_{50} и C_{51}	КБГИ-400-0,05 мкф	B_3-B_6	Переключатель 4 шт.
C_{52}	КО-250-51 мкф	B_7	Переключатель напряже- ния сети
C_{53}	КТК-1-30 пф	B_8	Выключатель
C_{54}	КЭ-450-20 мкф	B_9	Переключатель
C_{55}	КО-250-82 мкф	B_{10}	Галетный 5 положений 1 на- правление
C_{56}	МБГО-300-1 мкф	B_{11}	Галетный 3 положения 3 на- правления
C_{57}	КПК-1-8/30 пф	B_{12}	Галетный 11 положений 2 направления
C_{58}	КО-250-82 пф	B_{13}	Переключатель
C_{59}	КО-250-270 пф	B_{14}	Выключатель
C_{60}	КО-500-1000 пф	B_{15}	Галетный 5 положений 2 на- правления
C_{61}	КО-500-3000 пф	B_{16}	Дроссель фильтра
C_{62}	КО-250-0,01 мкф	Dr	Трансформатор силовой
C_{63} {	КО-500-5600 мкф КБГИ-600-0,025 мкф	Tr	ПЦ-30-2
C_{64}	КБГИ-200-0,1 мкф	Pr	Штепсельное гнездо
C_{65} {	КБГИ-400-0,05 мкф МБГО-600-0,25 мкф	Sh	Выключатель кнопочный
C_{66}	МБГО-300-1 мкф	B	Розетка 3 шт.
C_{67} {	МБГО-300-1 мкф МБГО-300-2 мкф	G_1-G_3	Зажим 8 шт.
C_{68}	МБГО-300-10 мкф	K_1-K_7	Переключатель
C_{69}	КЭ-450-20 мкф		
C_{70}	КБГИ-200-0,1 мкф		
C_{71}	КО-500-2700 пф	B_9	

Конструктивное выполнение. Прибор типа ЭНО-1 смонтирован на шасси, состоящем из двух горизонтальных панелей и одной вертикальной панели, на лицевой стороне которой расположены все органы управления и контроля. Шасси вставляется в металлический кожух с жалюзиями. Шнур питания съемный и заканчивается с одной стороны фишкой, с другой нормальной штепсельной вилкой.