

**Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Физико-технический факультет
Кафедра оптоэлектроники**

Методическое пособие к лабораторной работе

ОСЦИЛЛОГРАФИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

Краснодар 2019

Цель работы:

- получение теоретических сведений о принципах работы электронного осциллографа;
- получение практических навыков осциллографических измерений.

Краткая теория

Осцилло́граф (лат. *oscillo* – качаюсь + греч. *γραφο* – пишу) – прибор, предназначенный для исследования (наблюдения, записи; измерения) амплитудных и временных параметров электрического сигнала, подаваемого на его вход. Используются в прикладных, лабораторных и научно-исследовательских целях, для контроля / изучения электрических сигналов — как непосредственно, так и получаемых при воздействии различных устройств или сред на датчики, преобразующие эти воздействия в электрический сигнал.

Осциллографы различают:

- а) по назначению;
- б) количеству одновременно исследуемых сигналов;
- в) ширине полосы пропускания;
- г) точности измерений;
- д) характеру исследуемого сигнала и т.д.

По назначению осциллографы делят на: осциллографы универсальные (С1); осциллографы скоростные, работающие на частотах 100 МГц - 1 ГГц (С7); осциллографы запоминающие (С8); осциллографы специальные (С9).

По количеству одновременно исследуемых сигналов на – однолучевые, двухлучевые, многолучевые (многоканальные).

По ширине полосы пропускания ЭЛО делятся на низкочастотные ($f_{\text{верхн}} = 1$ МГц), на среднечастотные ($f_{\text{верхн}} = 10$ МГц), скоростные. Полоса пропускания дается при спаде АЧХ в 3 дБ.

По характеру исследуемых сигналов различают ЭЛО для исследования периодических сигналов, ЭЛО для исследования аperiodических сигналов

Основные метрологические характеристики универсальных осциллографов

Рабочая часть экрана – часть экрана, в пределах которой нормированы основные погрешности измерения.

Полоса пропускания канала Y – диапазон частот, в пределах которого значение амплитудно-частотной характеристики не отличается более чем на 3 дБ (0,707) от ее значения на опорной (относительно низкой) частоте. Полоса пропускания задается верхней граничной частотой f_v . Рабочий диапазон частот осциллографа обычно меньше и определяется граничной частотой f_{gr} , на которой коэффициент отклонения составляет 0,95 от значения на опорной частоте.

Время нарастания переходной характеристики канала Y – интервал времени, в течение которого переходная характеристика нарастает от уровня 0,1 до уровня 0,9

установившегося значения. Время нарастания t_n связано с верхней граничной частотой соотношением $t_n = 350/f_b$, где t_n выражено в наносекундах, а f_b – в мегагерцах.

Входное сопротивление и входная емкость Y канала осциллографа. Эти параметры влияют на методическую погрешность измерения, связанную с нарушением электрического режима исследуемой цепи при подключении к ней осциллографа. Для уменьшения этого влияния используют выносные делители напряжения, характеризующиеся большим входным сопротивлением и малой входной емкостью.

Коэффициент отклонения K_o – отношение напряжения входного сигнала к отклонению луча, вызванному этим напряжением, В/дел. или мВ/дел. Величина, обратная коэффициенту отклонения, называется чувствительностью. Регулировка коэффициента отклонения осуществляется во входном аттенуаторе.

Коэффициент развертки K_r – время, за которое луч проходит одно деление шкалы на экране ЭЛТ (с/дел., мс/дел., мкс/дел.). Регулировка коэффициента развертки производится путем изменения длительности прямого хода $t_{пр}$ генератора развертки.

Точность измерения временных интервалов и амплитуд. По точности измерения временных интервалов и амплитуд осциллографы делятся на 4 класса точности (табл. 1).

Таблица 1

Класс точности	Изм. амплит.	Изм. врем. интервалов	Нелин. АЧХ	Нелинейность развертки
I	$\pm 3 \%$	$\pm 3 \%$	$\pm 3 \%$	$\pm 3 \%$
II	$\pm 5 \%$	$\pm 5 \%$	$\pm 5 \%$	$\pm 5 \%$
III	$\pm 10 \%$	$\pm 10 \%$	$\pm 10 \%$	$\pm 10 \%$
IV	нет	нет	$\pm 20 \%$	$\pm 20 \%$

Блок-схема осциллографа

Упрощенная блок-схема осциллографа представлена на рис. 1.

Основным элементом осциллографа является электронно-лучевая трубка (ЭЛТ). В ЭЛТ узкий пучок летящих электронов, испускаемых нагреваемым катодом, проходит через две пары отклоняющих пластин (пластины «X» и пластины «Y») и вызывает свечение экрана. Отклоняющие луч по горизонтали пластины «X» и расположены перпендикулярно отклоняющим луч по вертикали пластинам «Y». Если подавать на эти пластины напряжение, луч опишет на экране кривую, называемую осциллограммой.

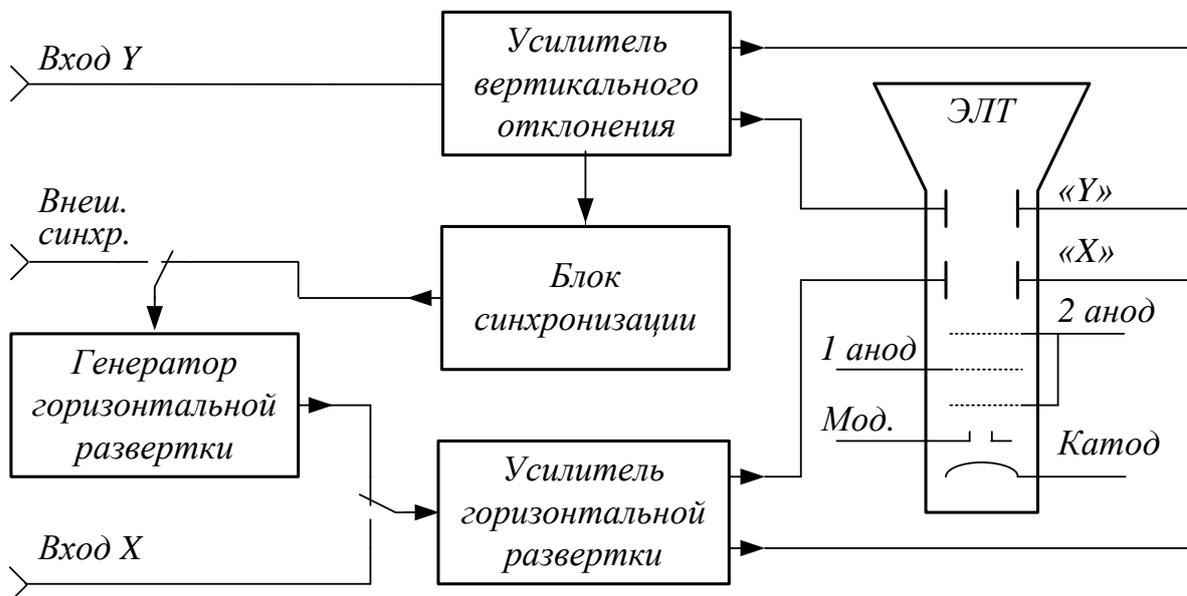


Рис. 1. Упрощенная блок-схема осциллографа

Для получения осциллограмм, изображающих зависимость напряжения от времени, необходим генератор горизонтальной развертки. Это генератор пилообразного напряжения, которое подается на горизонтально отклоняющие пластины «X» и может меняться по амплитуде и частоте.

Амплитуда исследуемого сигнала часто бывает мала. Для увеличения сигнала предусмотрен усилитель вертикального отклонения, а для обеспечения необходимой ширины изображения – усилитель горизонтальной развертки.

Частота исследуемого сигнала может быть нестабильной. Из-за этого осциллограмма становится неустойчивой. Для исключения неустойчивости генератор горизонтальной развертки связывают с исследуемым сигналом, заставляя его работать синхронно с изменениями исследуемого сигнала. Эту функцию в осциллографе выполняет блок синхронизации. Исследуемый сигнал можно подавать либо непосредственно на пластины «X» или «Y», либо через вертикальный и горизонтальный усилители.

Электронно-лучевая трубка с электростатическим управлением состоит из вакуумной колбы цилиндрической формы с расширением к одному концу в виде конуса. Почти плоское основание конуса покрыто слоем люминофора и представляет собой экран трубки. Электроны, вылетевшие с катода под разными углами к его поверхности, попадают в электрическое поле модулятора, окружающего катод и имеющего отрицательный потенциал относительно катода. Этим полем поток электронов сжимается и направляется в отверстие модулятора. Так формируется электронный пучок.

Интенсивность пучка, следовательно и яркость светящегося на экране пятна, можно регулировать напряжением модулятора, и при достаточно большом отрицательном потенциале модулятора можно совсем «погасить» пучок.

После модулятора электронный пучок фокусируется и ускоряется соответствующими электродами. В результате электронам пучка сообщается достаточная скорость, чтобы вызвать свечение экрана, а благодаря фокусировке на экране получается светящаяся точка. Система электродов: катод – модулятор – первый анод – второй анод образует так называемую электронную пушку.

Далее электронный пучок проходит сквозь две пары параллельных пластин. Одна из них установлена горизонтально, а другая вертикально. Если к пластинам “X” и “Y” приложить разность потенциалов, то электронный луч будет отклоняться в горизонтальном или вертикальном направлении. Таким образом, претерпев на своем пути два взаимно перпендикулярных отклонения, электронный луч может быть направлен в любую точку экрана. При отсутствии отклоняющих напряжений на пластинах электронный луч попадает в центр экрана.

Если только на вертикально отклоняющие пластины “Y” электронно-лучевой трубки подать переменное напряжение, то электронный луч начнет колебаться в вертикальном направлении и оставит на экране трубки светящуюся вертикальную линию. Если же переменное напряжение подать только на горизонтально отклоняющие пластины “X”, то на экране получится горизонтальная светящаяся линия. При одновременном воздействии переменных напряжений на обе пары пластин в зависимости от соотношения их частот, амплитуд и фаз можно получить различные осциллограммы. Рассмотрим, что получается, если на обе пары пластин подавать два синусоидальных напряжения.

Возьмем для простоты два синусоидальных колебания одинаковой частоты и одинаковой амплитуды и методом графического построения найдем форму осциллограммы. Принцип построения виден из чертежа (рис. 2).

Если синусоидальные напряжения совпадают по частоте и по фазе, то на экране получается неподвижная прямая линия. Методом графического построения легко рассмотреть, что получится на экране осциллографа, если эти напряжения сдвинуть по фазе на любой угол. В общем случае будет наблюдаться эллипс, при сдвиге фаз $\pi/2$, $3\pi/2$ и т.д. – окружность, а при 0 , π , 2π и т.д. – прямая. Математически это выражается системой уравнений:

$$X = A \sin \omega t, \quad (1)$$

$$Y = B \sin (\omega t + \varphi). \quad (2)$$

Исключив из приведенных уравнений время t , получим:

$$Y = \frac{B}{A} \cdot (X \cos \varphi + \sqrt{A^2 - X^2} \cdot \sin \varphi). \quad (3)$$

В общем случае это выражение есть уравнение эллипса, а в частном – окружности и прямой.

Если подавать на пластины синусоидальные напряжения различной частоты, то картина на экране усложнится, но ясно, что если частоты этих напряжений будут относиться друг другу как целые числа, то через определенные промежутки времени ситуация должна повторяться, и осциллограмма получится неподвижной. Эти неподвижные кривые носят названия фигур Лиссажу.

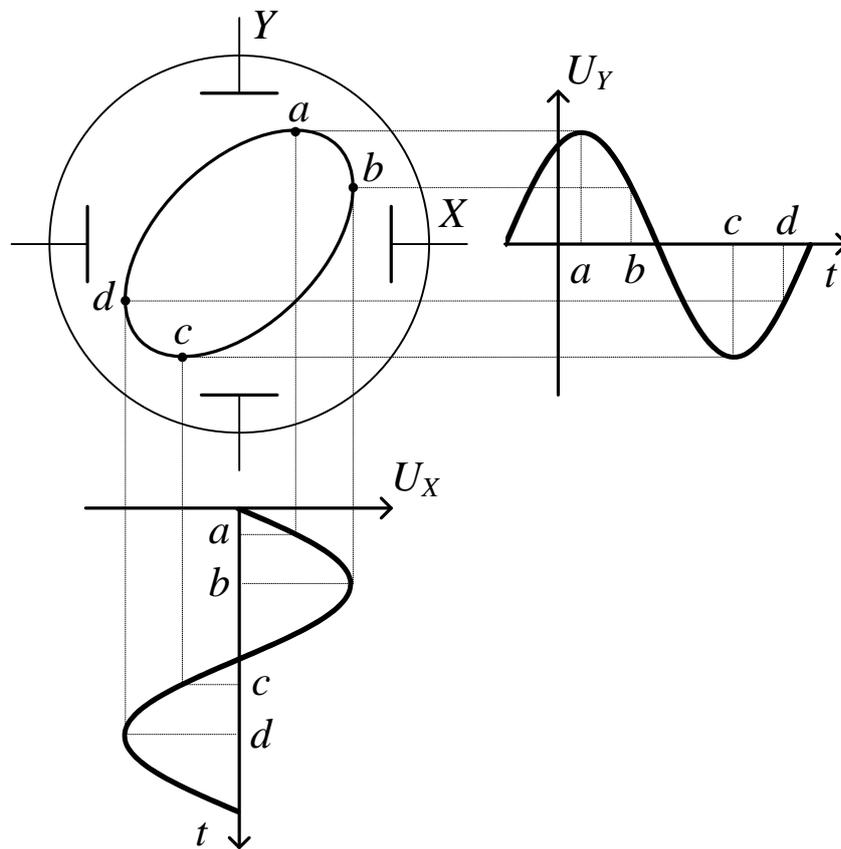


Рис. 2. Принцип построения изображения осциллографом

Генератор горизонтальной развертки (генератор пилообразного напряжения) вырабатывает вспомогательное напряжение U_x , пропорциональное времени для получения осциллограммы, изображающей зависимость исследуемого напряжения от времени. При этом электронный луч, отклоняясь в вертикальном направлении в соответствии с законом исследуемого напряжения, одновременно будет двигаться равномерно вдоль экрана. Значит, напряжение U_x развертки должно сравнительно медленно возрастать в течение некоторого времени, а затем мгновенно падать до нуля (рис. 3). График такого напряжения по форме напоминает зубцы пилы, поэтому это напряжение называется пилообразным.

Очевидно, что при равенстве периодов исследуемого напряжения $T_{и}$ и развертки T_p на экране получится один период исследуемого напряжения. При $T_p = nT_{и}$ (n – целое число) осциллограмма будет представлять собой кривую из n периодов исследуемого напряжения. При незначительном нарушении этого условия осциллограмма начнет двигаться либо вправо ($T_{и} > T_p$), либо влево ($T_{и} < T_p$) вдоль оси x .

Таким образом, для получения осциллограммы надо на вертикально отклоняющие пластины трубки подавать исследуемое напряжение, а на горизонтально отклоняющие пластины – пилообразное. Частоты этих напряжений между собой должны быть равными или отличаться друг от друга в целое число раз.

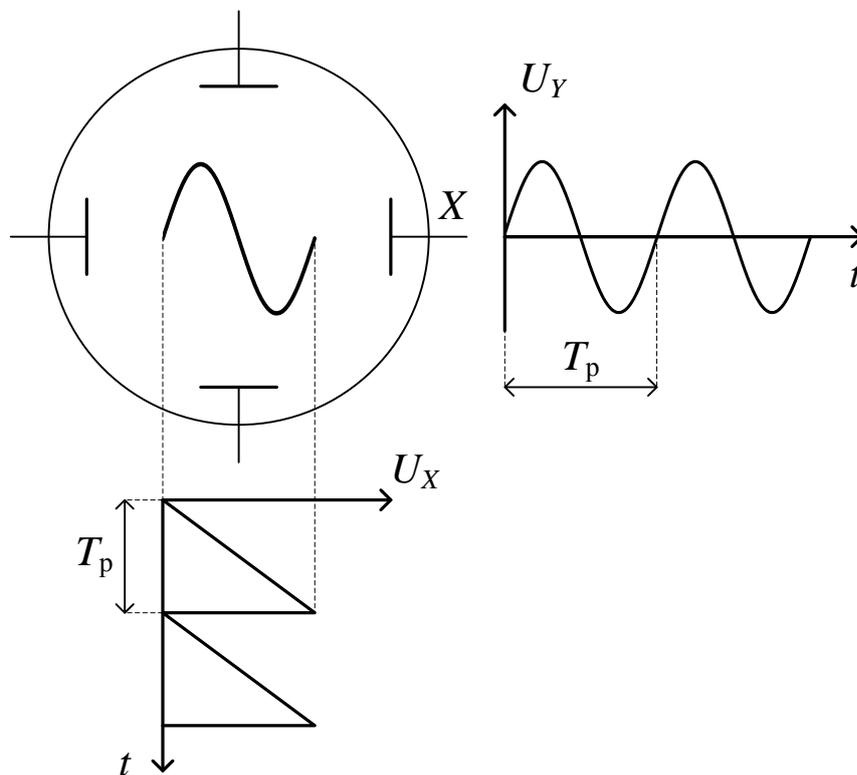


Рис. 3. Принцип построения изображения зависимости исследуемого напряжения от времени

Генератор развертки может работать в различных режимах. Надо помнить, что для наблюдения периодических синусоидальных напряжений, служит непрерывная, или как ее называют иначе, автоколебательная развертка. Процессы же переходные, повторяющиеся через неодинаковые промежутки времени или имеющие вид очень коротких периодических импульсов (или однократных импульсов), не удастся исследовать визуально при помощи повторяющейся пилообразной развертки.

Чтобы можно было наблюдать короткие импульсы, как периодические, так и непериодические, длительность развертки должна быть несколько больше длительности исследуемого сигнала. Подобные развертки называются ждущими, или однократными. Генератор ждущей развертки собирается на основе схемы генератора пилообразного напряжения, но он приводится в действие при помощи внешнего запускающего сигнала, под действием которого генератор ждущей развертки создает только один пилообразный импульс. По прекращении действия запускающего сигнала генератор возвращается в состояние покоя до следующего сигнала.

Ждущая развертка характеризуется тем, что скорость изменения пилообразного напряжения можно регулировать совершенно независимо от частоты измеряемого напряжения. Следовательно, отпадает необходимость в синхронизации и создается возможность наблюдать на экране часть исследуемого напряжения. Часто запуск генератора развертки производится самим исследуемым сигналом.

Осциллограф часто используют для измерения напряжения сигналов различной формы. Точность измерений напряжения с помощью осциллографа невысока, так как весьма значительные погрешности вносят калибратор и субъективное определение размаха напряжения на экране. В большинстве современных осциллографов при измерении

амплитуды и временных интервалов используется метод калиброванных шкал. Перед измерениями предварительно калибруют вертикальную и горизонтальную шкалы осциллографа, используя сигнал калибратора с известными параметрами.

Величина измеряемого напряжения определяется соотношением $U = b K_0$, где b – отсчитанный размер изображения по вертикали, выраженный в делениях шкалы осциллографа, K_0 – коэффициент отклонения.

Однако измерение напряжений с помощью осциллографа имеет и свои достоинства, в частности, возможность проведения измерений напряжения в широком диапазоне частот и измерение амплитудных и мгновенных значений напряжения при любой форме сигнала.

Калиброванные фиксированные длительности развертки прибора дают возможность путем измерения по шкале расстояния по горизонтали определять интервалы времени или период сигнала с погрешностью, не превышающей $\pm 5\%$. Методика измерения заключается в следующем: используя деления шкалы, измеряем горизонтальное расстояние между двумя точками, интервал времени между которыми необходимо измерить. Потом расстояние по шкале в сантиметрах умножается на цифровое значение индекса установленной длительности развертки:

$$T = a K_p, \quad (4)$$

где T – измеряемый временной интервал; a – отсчитанный размер изображения по горизонтали, выраженный в делениях; K_p – коэффициент развертки.

Зная период T исследуемого сигнала, можно определить его частоту по формуле $f = 1/T$.

В ряде осциллографов имеется режим растяжки развертки в M раз за счет увеличения амплитуды напряжения развертки. При этом часть осциллограммы, находящаяся в центре экрана ЭЛТ, наблюдается в увеличенном масштабе. В режиме растяжки величина измеряемого временного интервала определяется соотношением $T = a K_p M$. Обычно множитель растяжки $M = 0,1$ или $0,2$.

Рекомендуемая литература

Лобанова Н.Б., Вилисова Е.А., Болячкин А.С. Движение электронов в электрических и магнитных полях / Учебное электронное текстовое издание. Екатеринбург: ИЕН УрФУ, 2016.

Нефедов В.И. Метрология и радиоизмерения. М.: Высш. шк., 2006.

Касаткин А.С., Немцов М.В. Электротехника. М.: Академия, 2008.

ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

По краткому техническому описанию осциллографа ознакомьтесь с расположением и назначением органов управления на передней панели осциллографа.

1. Измерение параметров прямоугольного импульса.

Измеряемые параметры прямоугольного импульса приведены на рис. 4.

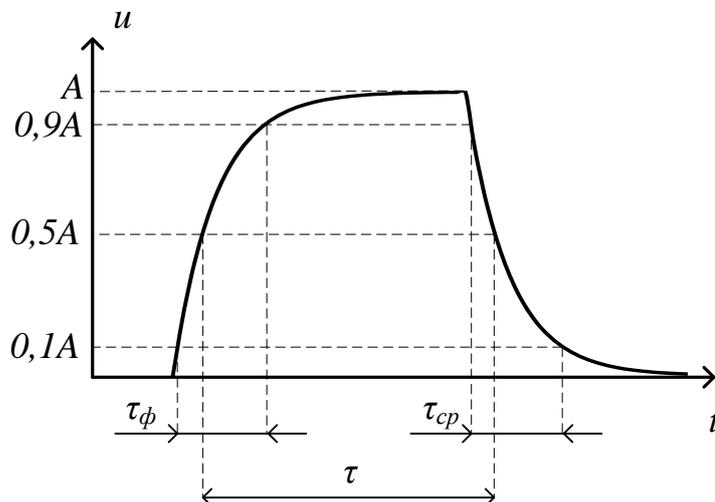


Рис. 4. Измеряемые параметры прямоугольного импульса

1.1. Соберите схему, приведенную на рис. 5. Установите на генераторе импульсов G прямоугольную форму импульсов с частотой следования 100 кГц и напряжением 1 В.

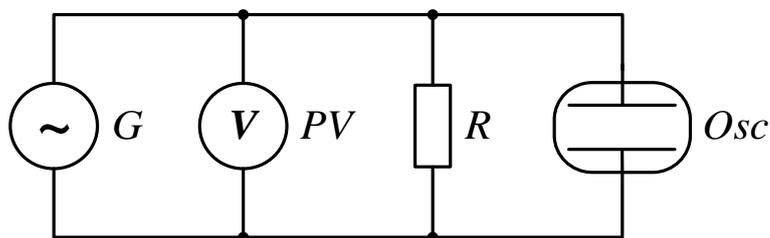


Рис. 5. Схема для измерений параметров прямоугольного импульса: G – генератор; PV – вольтметр; R – резистор

Зафиксируйте «плавные» регуляторы *Усиление* и *Длительность* на передней панели осциллографа в крайнем правом по часовой стрелке положении (до щелчка – механической фиксации). Обратите внимание, что только при фиксированных положениях этих регуляторов можно проводить измерения амплитуды и длительности сигналов. Используя переключатель входного аттенюатора *Вольт/дел*, добейтесь размаха исследуемого импульса в пределах от 1/2 до 2/3 высоты экрана. Используя переключатель длительности развертки *Время/дел*, добейтесь положения, при котором исследуемый импульс по длительности занимал бы приблизительно половину ширины экрана или более. Для получения устойчивой осциллограммы импульса используйте регулировки *Стабильность* и *Уровень*. Запишите установленные значения коэффициентов отклонения K_o (В/дел) и развертки K_p (мкс/дел). Срисуйте с экрана осциллографа эскиз осциллограммы прямоугольного импульса для отчета. Отсчитайте значения высоты A и длительности l импульса в делениях шкалы (значение l отсчитывать на уровне 0,5 A);

вычислите по установленным значениям коэффициента отклонения K_o (В/дел) и коэффициента развертки K_p (мкс/дел) значения высоты и длительности измеряемого импульса по формулам

$$U \text{ (В)} = K_o \text{ (В/дел)} \cdot H \text{ (дел)}; \quad (5)$$

$$\tau \text{ (мкс)} = K_p \text{ (мкс/дел)} \cdot l \text{ (дел)}. \quad (6)$$

1.2. Изменив значение K_p , добейтесь, чтобы фронт импульса занимал приблизительно половину ширины экрана. Определите длительность фронта $\tau_{\text{фи}}$ импульса по осциллограмме в делениях шкалы $l_{\text{ф}}$ (дел) и в единицах времени $\tau_{\text{ф}} = K_x \cdot l_{\text{ф}}$.

У большинства осциллографов предусмотрена возможность изменения скорости развертки не только с использованием регулировки K_p , но и путем включения тумблера *Множитель развертки* в положение $\times 0,2$ или $\times 0,1$. При этом размах напряжения пилообразной развертки увеличивается, а коэффициент развертки K_p уменьшается соответственно в 5 или 10 раз. Использование быстрой развертки позволяет увеличить масштаб изображения и уменьшить погрешность измерения малых интервалов времени.

1.3. Переключите усилитель синхронизации осциллографа в режим запуска отрицательными перепадами сигнала, отрегулируйте порог запуска генератора развертки с использованием регулировки *Уровень*, получите на экране осциллограмму среза (заднего фронта) импульса и измерьте длительность спада в делениях l_c и в единицах времени $\tau_c = K_p \cdot l_c$.

2. Измерение среднеквадратичного значения напряжения и частоты синусоидального сигнала осциллографом.

Частоту f_G и напряжение U_G измеряемого сигнала задавайте генератором G и контролируйте вольтметром PV . Измерьте период T и амплитуду U_m сигнала осциллографом, рассчитайте по ним частоту f и среднеквадратичное напряжение U . Сравните результаты косвенного измерения f и U с заданными генератором эталонными значениями f_G и U_G , определите относительную погрешность измерения осциллографом частоты δf и среднеквадратичного напряжения δU .

Выражения для связи амплитудного U_m и среднеквадратичного U значения синусоидального напряжения имеют вид

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = \frac{h \cdot K_o}{\sqrt{2}}, \quad (7)$$

где h – размер осциллограммы по вертикали, дел; K_o – коэффициент отклонения, В/дел.

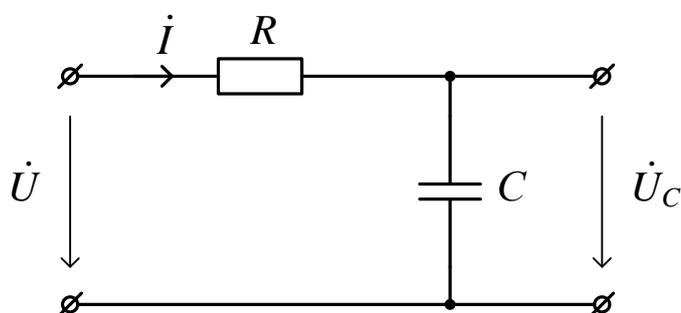
Результаты измерений занесите в табл. 2.

Таблица 2

№	Задается генератором		Результат наблюдений		Результат косвенного измерения			
	f_G , Гц	U_G , В	T , с	U_m , В	f , Гц	δf , %	U , В	δU , %
1	500	1						
2	1000	2						
3	2000	3						

3. Измерение разности фаз синусоидальных сигналов (фазового сдвига, вносимого четырехполюсником) с помощью осциллографа.

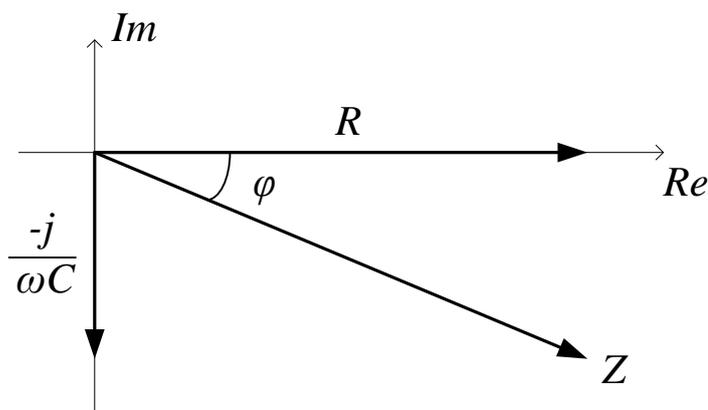
Два напряжения, сдвинутые по фазе, можно получить с помощью последовательной RC -цепи (рис. 6), состоящей из резистора R и конденсатора C .

Рис. 6. Последовательная RC -цепь

Векторная диаграмма комплексного сопротивления Z цепи приведена на рис. 7. Аргумент φ комплексного сопротивления Z равен:

$$\varphi = -\arctg \frac{1}{\omega RC}, \quad (8)$$

где C – емкость, Ф; ω – угловая частота, рад/с; R – сопротивление, Ом.

Рис. 7. Векторная диаграмма комплексного сопротивления RC -цепи

Если на цепь подано напряжение

$$\dot{U} = \frac{U_m}{\sqrt{2}} \cdot e^{j\varphi_U}, \quad (9)$$

где U_m – амплитуда напряжения; φ_U – начальная фаза напряжения, то в цепи течет ток

$$i = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \cdot e^{j\varphi_I}, \quad (10)$$

где I_m – амплитуда тока; φ_I – фаза тока, причем

$$\varphi_I = \varphi_U + \arctg \frac{1}{\omega RC}. \quad (11)$$

Этот ток вызовет падение напряжения U_C на емкости, причем аргумент этого напряжения будет равен

$$\varphi_{U_C} = \varphi_U + \arctg \frac{1}{\omega RC} - \frac{\pi}{2}, \quad (12)$$

так как фаза напряжения емкости отстает от фазы её тока на $\pi/2$. Разность фаз входного напряжения U и напряжение на емкости U_C составит:

$$\Delta\varphi = \varphi_U - \varphi_{U_C} = \frac{\pi}{2} - \arctg \frac{1}{\omega RC}. \quad (13)$$

3.1. Измерение разности фаз синусоидальных сигналов (фазового сдвига, вносимого четырехполосником) методом измерения временного интервала.

Соберите схему 7 для изучения сдвига фаз между током и напряжением на RC -цепи.

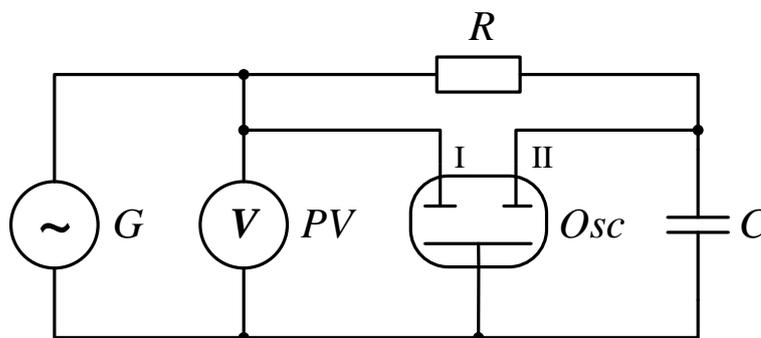


Рис. 7. Схема для изучения сдвига фаз между током и напряжением на RC -цепи: G – генератор сигналов синусоидальной формы; C – конденсатор; R – резистор; Osc – осциллограф

Первый вход осциллографа подключите к выходу генератора, второй – к соединению R и C в RC -цепи. Измерьте период сигнала T и время задержки Δt между сигналом генератора и сигналом с RC -цепи в той же фазе. Рассчитайте наблюдаемый сдвиг фаз $\Delta\varphi$ по формуле

$$\Delta\varphi_n = 2\pi \cdot \Delta t / T \text{ (рад)}. \quad (14)$$

Сравните полученные значения сдвига фаз с рассчитанными по формуле (13). Результаты занесите в табл. 3.

№	$R =$		$C =$				
	Задается генератором		Результат наблюдений			Рассчитано	
	f_G , Гц	U_G , В	T , с	Δt , с	$\Delta\varphi_{н}$, рад	$\Delta\varphi$, рад	$\delta\varphi$, %
1	500	1,00					
2	1000	1,00					
3	2000	1,00					

3.2. Измерение разности фаз синусоидальных сигналов (фазового сдвига, вносимого четырехполюсником) способом синусоидальной развертки.

Перед проведением измерений необходимо убедиться, что разность фазовых сдвигов, вносимых каналами X и Y осциллографа, достаточно мала. Для этого надо установить осциллограф в режим $X-Y$ и подать на оба входа один и тот же синусоидальный сигнал напряжением 1 В и частотой 1000 Гц. На экране осциллографа должна наблюдаться тонкая прямая с наклоном в 45° .

Далее, соберите схему для изучения сдвига фаз между током и напряжением RC -цепи (рис.7).

Регулируя коэффициенты усиления каналов X и Y , получите на экране осциллограмму в виде эллипса, размеры которого находятся в пределах $2/3$ размеров экрана, а оси ориентированы по диагоналям экрана (рис.8).

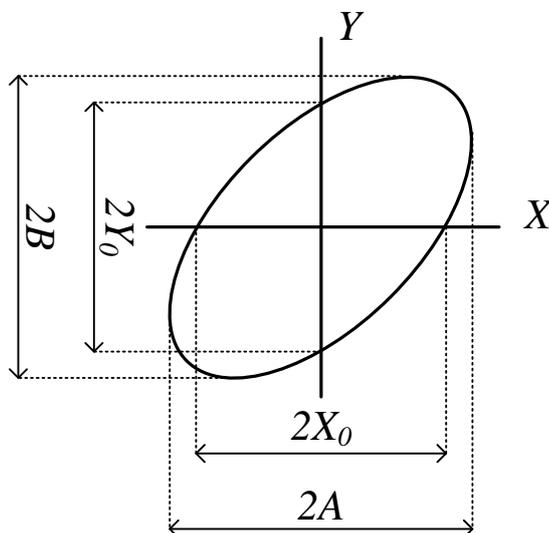


Рис. 8. Осциллограмма для измерения разности фаз способом синусоидальной развертки

Измерьте длину отрезков $2A$, $2X_0$, и $2B$, $2Y_0$ в делениях шкалы осциллографа. Вычислите значение фазового сдвига, вносимого четырехполюсником:

$$\Delta\varphi_Y = \arcsin (2Y_0 / 2B), \quad (15)$$

$$\Delta\varphi_X = \arcsin (2X_0 / 2A). \quad (16)$$

Результаты занесите в табл. 4.

Таблица 4

		$R =$		$C =$			
		Задается генератором		Результат наблюдений		Рассчитано	
№	f_G , Гц	U_G , В				$\Delta\varphi$, рад	$\delta\varphi$, %
1	500	1,00	$2Y_0$	$2B$	$\Delta\varphi_Y$, рад		$\delta\varphi_Y$, %
			$2X_0$	$2A$	$\Delta\varphi_X$, рад		$\delta\varphi_X$, %
2	1000	1,00	$2Y_0$	$2B$	$\Delta\varphi_Y$, рад		$\delta\varphi_Y$, %
			$2X_0$	$2A$	$\Delta\varphi_X$, рад		$\delta\varphi_X$, %
3	2000	1,00	$2Y_0$	$2B$	$\Delta\varphi_Y$, рад		$\delta\varphi_Y$, %
			$2X_0$	$2A$	$\Delta\varphi_X$, рад		$\delta\varphi_X$, %

Содержание отчета

1. Эскиз осциллограммы прямоугольного импульса с указанием амплитуды, длительности импульса, длительностей его фронта и среза.
2. Табл. 2 с результатами измерения действующего напряжения и частоты синусоидального сигнала осциллографом.
3. Табл. 3 с результатами измерения разности фаз синусоидальных сигналов методом временного интервала.
4. Табл. 4 с результатами измерения разности фаз синусоидальных сигналов способом синусоидальной развертки.

Контрольные вопросы

1. Для чего предназначен электронно-лучевой осциллограф?
2. Как получается осциллограмма на экране аналогового осциллографа?
3. Какие элементы блок-схемы аналогового осциллографа вы знаете?
4. Каковы условия неподвижности осциллограммы?
5. Каковы условия отображения на осциллограмме одного периода исследуемого напряжения? Нескольких периодов?
6. Как правильно установить коэффициенты отклонения и развертки при осциллографических измерениях?
7. Как соотносятся между собой частота и период гармонического напряжения? Его амплитуда и действующее значение?

Осциллограф двухканальный С1-220

6. НАЗНАЧЕНИЕ ОРГАНОВ УПРАВЛЕНИЯ

6.1. Расположение и назначение органов управления передней панели

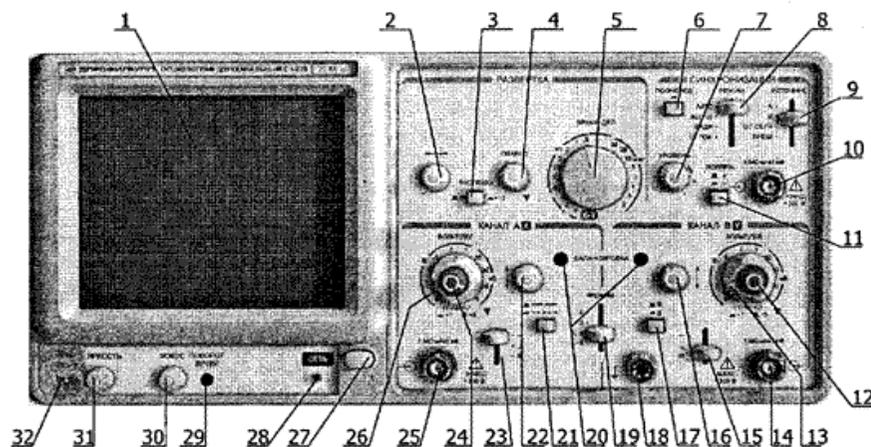


Рис. 6-1. Расположение органов управления на передней панели.

- | | |
|---|---|
| 1. Экран ЭЛТ | 17. Инвертирование канала В |
| 2. Смещение луча по горизонтали | 18. Клемма «Земля» |
| 3. Кнопка растяжки развертки в 10 раз | 19. Переключатель «Режим» каналов |
| 4. Время развертки плавно | 20. Балансировка каналов А и В |
| 5. Переключатель «Время/Дел.» | 21. Кнопка «последовательно попеременно» |
| 6. Синхронизация поочередная | 22. Вертикальное смещение канала А |
| 7. Уровень синхронизации | 23. Переключатель \sim, \perp, \cong канала А |
| 8. Режим запуска развертки | 24. Регулировка усиления канала А |
| 9. Источник синхронизации | 25. Вход канала А |
| 10. Вход внешней синхронизации | 26. Переключатель «Вольт/Дел.» канала А |
| 11. Полярность синхронизации | 27. Кнопка «Сеть» |
| 12. Регулировка усиления канала В | 28. Индикатор кнопки «Сеть» |
| 13. Переключатель «Вольт/Дел.» канала В | 29. Поворот луча |
| 14. Вход канала В | 30. Фокус |
| 15. Переключатель \sim, \perp, \cong канала В | 31. Яркость |
| 16. Вертикальное смещение канала В | 32. Выход встроенного калибратора |

Органы управления ЭЛТ:

- (27) **СЕТЬ.** Когда этот выключатель включен, загорается индикатор (28).
 (31) **ЯРКОСТЬ.** Регулирует яркость изображения.
 (30) **ФОКУС.** Регулировка фокуса изображения.
 (29) **ПОВОРОТ ЛУЧЕЙ.** Регулировка угла наклона линий развертки, параллельно линиям шкалы.
 (32) Выход сигнала калибратора амплитудой 2 В и частотой 1 кГц.

Органы управления усилителей вертикального отклонения:

- (25) Вход канала А. В режиме X-Y, входной канал X-оси.
 (14) Вход канала В. В режиме X-Y, входной канал Y-оси.
 (18) Гнездо подключения заземления.
 (15)(23) \sim, \perp, \cong Переключатель режима входов усилителей.
 \sim : закрытый вход
 \perp : вход усилителя отключается от источника сигнала и заземляется
 \cong : открытый вход.
 (13)(26) **ВОЛЬТ/ДЕЛ.** Переключатели чувствительности каналов вертикального отклонения от 5 мВ/дел до 5 В/дел в 10 диапазонах.
 (12)(24) **ПЛАВНО x5 РАЗ.** Плавное изменение коэффициентов усиления каналов с перекрытием не менее чем в 2,5 раза в каждом положении переключателей Вольт/Дел. Когда ручка вытянута происходит увеличение амплитуды в 5 раз.
 (20) **БАЛАНСИРОВКА** - Балансировка каналов А и В.
 (22)(16) \uparrow - регулировка положения развертки каналов А и В по вертикали.
 (17) Кнопка инвертирования сигнала в канале В
 (19) **РЕЖИМ.** Переключатель режима работы усилителей каналов, имеющий следующие положения:
А: на экране наблюдается сигнал канала А.
В: на экране наблюдается сигнал канала В.
А, В: на экране наблюдаются изображения сигналов обоих каналов.
А+В: На экране наблюдается алгебраическая сумма или разность (при нажатии кнопки В) сигналов каналов А и В.
 (21) $\blacktriangle \dashrightarrow$ Кнопка управления работой коммутатора в двухканальном режиме. Когда кнопка отжата, то коммутатор устанавливает последовательный режим отображения каналов. При нажатии на кнопку коммутатор устанавливает попеременный режим отображения информации.

Органы управления синхронизации:

- (9) **ИСТОЧНИК.** Выбирает источник внутренней и внешней синхронизации.
А: Развертка синхронизируется сигналом с канала А.
В: Развертка синхронизируется сигналом с канала В.
ОТ СЕТИ: Развертка синхронизируется от сети.
ВНЕСН.: Развертка синхронизируется внешним сигналом.
 (10) Вход внешней синхронизации. Чтобы использовать этот вход выберете переключателем «ИСТОЧНИК» (9) положение ВНЕСН.
(6) ПООЧЕРЕД: Развертка поочередно синхронизируется сигналом с каналов А и В.
(11) ПОЛЯРН. Переключатель полярности синхронизирующего сигнала.
 $\leftarrow +$: развертки синхронизируются положительным перепадом исследуемого сигнала.
 $\leftarrow -$: развертки синхронизируются отрицательным перепадом исследуемого сигнала.