

КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра физики

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ ПО ФИЗИКЕ
для студентов специальностей 060811, 060815, 240400,
290300, 290600, 290700, 290800, 291000, 550100

Лабораторная работа № 35

ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО ОСЦИЛЛОГРАФА

Казань - 2017

Составитель: В.И. Сундуков
Под редакцией В.В. Алексеева, Л.И. Маклакова

УДК 539.15

Методические указания к лабораторным работам по физике для студентов дневного и заочного отделений специальностей 060811, 060815, 240400, 290300, 290600, 290700, 290800, 291000, 550100 **Лабораторная работа № 35 ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО ОСЦИЛЛОГРАФА.**/ Казанский государственный архитектурно-строительный университет; Сост. В.И. Сундуков. Под редакцией В.В. Алексеева, Л.И. Маклакова. Казань, 2017 г. 15 с.

В работе рассматривается устройство осциллографа, назначение и принципы работы его блоков. Даны рекомендации по работе на осциллографе при измерении параметров переменных сигналов.

Илл. 6.

Рецензент профессор кафедры электротехники Казанского
государственного архитектурно-строительного университета
Р.К.Сафиуллин

© Казанский государственный архитектурно-
строительный университет, 2017 г.

Цель работы. Ознакомление с работой электронного осциллографа и принципом действия его основных узлов, приобретение навыков измерения амплитуды и периода колебаний электрического сигнала.

Назначение осциллографа

Электронный осциллограф предназначен для исследования форм электрических сигналов в широком диапазоне частот путём визуального наблюдения. Осциллограф С1-73 позволяет измерять амплитуды сигналов от 0,02 до 100 вольт и временные интервалы от 10^{-5} до 0,5 с). При переводе параметров физических процессов в электрический сигнал, электронный осциллограф можно использовать для измерения других величин, например, для изучения процессов динамической деформации элементов строительных конструкций.

Элементы электростатики

Главным элементом осциллографа является электронно-лучевая трубка. Промышленность выпускает два рода трубок — трубки с электростатическим и трубки с электромагнитным управлением. В первом случае для отклонения электронного луча используется электрическое, во втором — магнитное поле. Фокусировка луча также бывает электростатической или электромагнитной. В осциллографах используются трубки с электростатическим управлением и фокусировкой, описанием которых мы и ограничимся. Для того, чтобы понять принцип ее работы, вспомним некоторые вопросы электростатики.

Основной характеристикой электрического поля является напряженность \vec{E} . Она равна отношению силы \vec{F} , действующей со стороны поля на точечный пробный заряд, помещенный в рассматриваемую точку поля, к величине этого заряда q_0 :

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}. \quad (1)$$

Заряд называется пробным, если он настолько мал, что не искажает своим присутствием исследуемого с его помощью поля. Напряженность является силовой характеристикой, потому что с её помощью определяют силу, действу-

ющую со стороны поля на заряженную частицу. Например, на электрон, заряд которого принято обозначать e , будет действовать сила $F = eE$. В соответствии со вторым законом Ньютона ($\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$), электрическое поле сообщит электрону массой m ускорение, равное:

$$a = \frac{eE}{m}. \quad (2)$$

Электростатическое поле, т.е. поле, создаваемое неподвижными зарядами, является потенциальным. В потенциальном поле работа по перемещению заряда не зависит от траектории его движения, а определяется только начальным и конечным расположением перемещаемого заряда. Работа равна убыли потенциальной энергии поля $A = -\Delta W = W_1 - W_2$. Кроме напряженности \vec{E} , электростатическое поле можно характеризовать энергетической характеристикой – потенциалом:

$$\varphi = \frac{W}{q}, \quad (3)$$

где W — потенциальная энергия заряда q в электрическом поле. Работа по перемещению заряда в электростатическом поле будет определяться:

$$A = q \cdot (\varphi_1 - \varphi_2). \quad (4)$$

Между напряженностью электрического поля и разностью потенциалов существует связь, которая наиболее проста в случае однородного поля. Электрическое поле называется однородным, если в любой его точке вектор напряженности \vec{E} имеет постоянную величину и направление. На практике однородным полем можно считать поле конденсатора, пластины которого параллельны друг другу и заряжены разноименно. Разность потенциалов пластин конденсатора $\varphi_1 - \varphi_2$ называют напряжением U на пластинах. В случае однородного поля, образованного параллельными пластинами, напряженность электрического поля между пластинами равна:

$$E = \frac{U}{d}, \quad (5)$$

где U — напряжение на пластинах, d — расстояние между ними.

Для наглядности электрические поля изображают графически при помощи силовых линий или эквипотенциальных поверхностей. Силовыми линиями называются кривые, касательные к которым в каждой точке совпадают с направлением вектора напряженности поля. Линии направлены так же, как и вектор напряженности, а их плотность пропорциональна величине напряженности поля.

Эквипотенциальная поверхность есть геометрическое место точек с одинаковым потенциалом. Эквипотенциальные поверхности строят так, чтобы потенциалы любых соседних поверхностей отличались друг от друга на одинаковое значение. Работа, совершаемая при перемещении электрического заряда по одной и той же эквипотенциальной поверхности, всегда равна нулю.

Силовые линии электрического поля всегда перпендикулярны эквипотенциальным поверхностям. По известному расположению силовых линий всегда можно построить эквипотенциальные поверхности и, наоборот, по расположению эквипотенциальных поверхностей, в любой точке можно определить направление напряженности поля и провести силовые линии.

Устройство осциллографа и принцип работы его узлов

Центральным элементом осциллографа является электронно-лучевая трубка. Трубка состоит (рис. 1) из откачанной до высокого вакуума стеклянной колбы, внутри которой помещается подогреватель, катод, управляющий электрод, первый (фокусирующий) анод, второй анод, горизонтально отклоняющие пластины и вертикально отклоняющие пластины. Передняя часть колбы — это экран. Он покрыт флуоресцирующим веществом. При попадании электронного пучка на экран на нём возникает светящееся пятно. Свечение продолжается некоторое время (доли секунды) и после пропадания пучка.

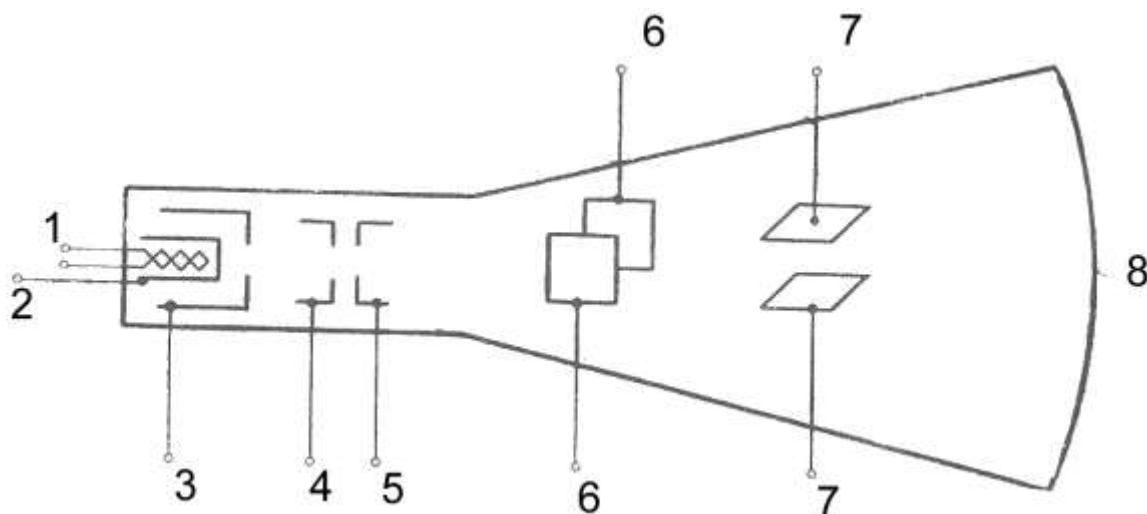


Рис.1. Устройство электронно-лучевой трубки. 1 - подогреватель, 2 - катод, 3 - управляющий электрод, 4 - первый анод, 5 - второй анод, 6 - горизонтально отклоняющие пластины, 7 - вертикально отклоняющие пластины, 8 - экран

Подогреватель, катод, управляющий электрод и оба анода образуют так называемую электронную пушку (рис. 2). Источником электронов служит нагретый катод трубки. Интенсивность электронного пучка или луча и, тем самым, яркость светящегося пятна на экране, регулируется путём изменения отрицательного напряжения на управляющем электроде. Управляющий электрод

трод и система анодов образуют фокусирующую систему. Они определяют размер светящегося пятна на экране. При хорошей фокусировке пятно выглядит точкой, а движущийся электронный луч рисует тонкую линию. На рис. 2 пунктиром показаны траектории электронов, а сплошными линиями — эквипотенциальные поверхности электрического поля, образующегося при подаче положительного напряжения на аноды трубки. Потенциал первого анода выбирается обычно в несколько раз меньше потенциала второго анода. Разность потенциалов второй анод — катод составляет обычно от 1 до 5 кВ.

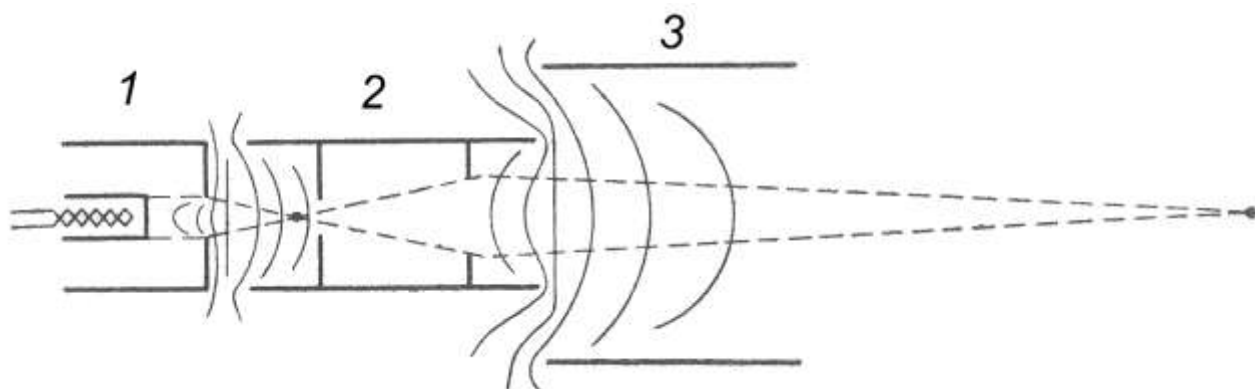


Рис. 2. Электронная пушка. 1 - управляющий электрод, 2 - первый анод, 3 - второй анод

В ускоряющем электрическом поле действие эквипотенциальных поверхностей, направленных выпуклостью к катоду, равносильно действию собирающей линзы. В этом случае, как и в положительной линзе, траектории электронов изгибаются в направлении к оси системы. Действие эквипотенциальных поверхностей, выпуклость которых направлена от катода, равносильно действию рассеивающей линзы. Таким образом, вся система эквивалентна двум выпукло-вогнутым линзам. Размеры электродов и напряжения на них выбраны таким образом, что собирающий эффект преобладает, и электроны фокусируются. Меняя напряжения на электродах, можно изменять конфигурацию эквипотенциальных поверхностей, а значит, и фокусное расстояние системы. При правильно выбранных напряжениях фокусировка пучка происходит на флуоресцирующем экране.

Направление электронного пучка и, соответственно, положение точки на экране регулируется при помощи двух пар горизонтально и вертикально отклоняющих пластин. Рассмотрим их действие на примере одной пары (рис.3).

Пусть электрон со скоростью V_0 влетает в однородное электрическое поле пары отклоняющих пластин и движется вдоль оси Z , т. е. перпендикулярно к линиям напряженности электрического поля. Электрическое поле второй пары пластин будем пока считать равным нулю. Напряженность электрического поля будет направлена по оси Y . Тогда движение электрона вдоль оси Z является равномерным:

$$z = V_0 t, \quad (6)$$

а движение вдоль оси Y — равноускоренным:

$$y = \frac{at^2}{2}. \quad (7)$$

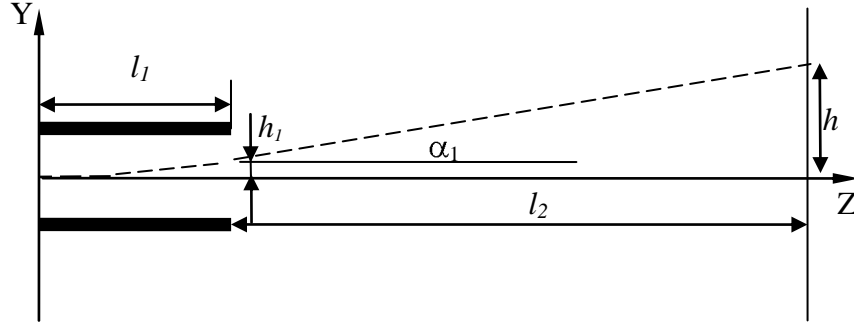


Рис. 3. Действие отклоняющих пластин.

Подставляя в выражение (2) время t из формулы (6) и ускорение из формулы (2), найдём:

$$y = \frac{eE_y}{2mV_0^2} z^2. \quad (8)$$

Как следует из выражения (8), траектория электрона между отклоняющими пластинами представляет параболу. На выходе из пластин траектория отклоняется от первоначального направления на угол α_1 и смещается на h_1 (рис. 3):

$$h_1 = \frac{eE_y}{2mV_0^2} l_1^2, \quad (9)$$

$$\operatorname{tg}\alpha_1 = \frac{eE_y}{mV_0^2} l_1, \quad (10)$$

где l_1 — длина пластин конденсатора (равенство (10) найдено путем дифференцирования (8) по z т.к. тангенс угла касательной к кривой $\operatorname{tg}\alpha = \frac{dy}{dz}$).

Найдём отклонение h электронного пятна на экране осциллографической трубки. Обозначая расстояние от экрана до отклоняющих пластин че-

рез l_2 , получаем:

$$h = h_1 + l_2 \operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{eE_y l_1}{mV_0^2} \left(\frac{l_1}{2} + l_2 \right). \quad (11)$$

Обозначим расстояние от середины пластин до экрана через L , тогда

$$h = \frac{eE_y l_1 L}{mV_0^2}. \quad (12)$$

Свою скорость V_0 электроны приобретают в электронной пушке, где они ускоряются электрическим полем между катодом и вторым анодом. Работа, совершенная электрическим полем в электронной пушке (4), идёт на сообщение электрону кинетической энергии. Так как напряжение на втором аноде U_2 , то

$$\frac{mV_0^2}{2} = eU_2. \quad (13)$$

Напряженность поля E_y между отклоняющими пластинами, согласно (5), равна:

$$E_y = \frac{U_y}{d}, \quad (14)$$

где U_y — напряжение на пластинах, а d — расстояние между ними. Подставляя выражения (13) и (14) в (12), получим окончательно:

$$h = \frac{l_1 L}{2dU_2} U_y. \quad (15)$$

Итак, смещение луча на экране пропорционально отклоняющему напряжению. Это является важным результатом. Аналогичные выводы справедливы и для другой пары пластин.

Если на вертикально отклоняющие пластины подать постоянное напряжение U_y , мы увидим смещение светящегося пятна-точки на экране на высоту h от первоначального положения. Если на вертикально отклоняющие пластины подать переменное напряжение, то на экране будут происходить колебания точки вверх-вниз, но при этом колебания точки сливаются в полоску за счет инерции глаза и послесвечения экрана. По высоте полоски можно измерить амплитуду переменного напряжения, но нельзя определить, каким образом меняется напряжение во времени.

Для исследования напряжений, изменяющихся во времени, используют обе пары отклоняющих пластин. На вертикально отклоняющие пластины

обычно подается исследуемое напряжение, а на вторую пару пластин — вырабатываемое в самом осциллографе напряжение, изменяющееся пропорционально времени, так называемое напряжение развертки.

Генератор пилообразного напряжения

Для изучения повторяющихся процессов, на горизонтально отклоняющие пластины подают периодическое напряжение, изменяющееся так, что луч смещается слева направо пропорционально времени, а, дойдя до правого края экрана, быстро возвращается назад, после чего процесс повторяется. Такое напряжение называется пилообразным (рис.4). Во время обратного хода луча на управляющий электрод электронной пушки подают такое напряжение, что интенсивность электронного пучка снижается до нуля. Поэтому на экране обратный ход луча не видим. Пилообразное напряжение делают симметричным относительно нуля, так что при выключенной развертке луч находится в центре экрана.

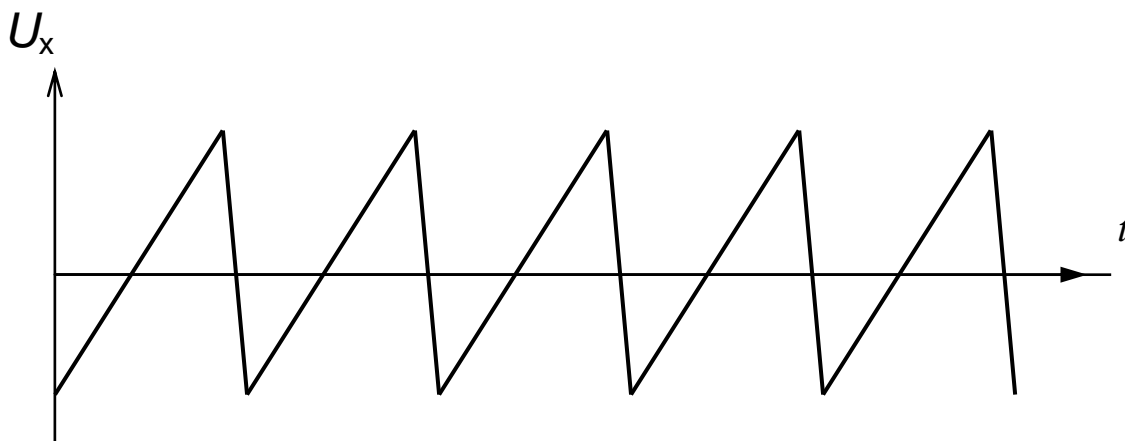


Рис. 4. График пилообразного напряжения

Выработкой пилообразного напряжения в осциллографе занимается специальный генератор развертки. При наблюдении периодических и, особенно, быстропротекающих процессов важно получить на экране неподвижное изображение. Для этого нужно, чтобы период напряжения развертки был кратен периоду изучаемого процесса. Обычно достаточно точное соотношение периодов соблюсти оказывается невозможно из-за нестабильности генератора развертки или самого изучаемого процесса. Поэтому для принудительного согласования периодов используют синхронизацию, т.е. выбирают схему, при которой изучаемое напряжение “навязывает” свой период генератору разверток. Этот режим работы генератора разверток называется непрерывным. На практике синхронизация генератора настраивается вручную при помощи органов управления осциллографа. Другой режим работы генератора разверток называется ждущим. В этом режиме генератор ждёт, когда изучаемое напряжение достигает определённого уровня. После этого в нем генерируется один период

пилообразного напряжения и генератор опять ждёт. Такой режим используется при изучении переменных, но не периодических процессов.

Точка от электронного луча перемещается по экрану, участвуя одновременно в двух движениях: по вертикали и по горизонтали. По вертикали она движется пропорционально изучаемому напряжению. Если напряжение положительное, то, чем оно больше, тем выше точка поднимается от середины экрана. И наоборот, если напряжение отрицательное, то, чем оно меньше (больше по величине), тем ниже точка на экране опустится. Если на вход Y ничего не подается, то точка на экране находится на горизонтальной линии в середине экрана. По горизонтали точка на экране равномерно перемещается слева направо. Чем быстрее возрастает пилообразное напряжение генератора разверток, тем быстрее она движется. По достижении правой стороны экрана, точка гасится, и луч очень быстро возвращается к левой стороне экрана, чтобы затем точка повторила свое равномерное движение слева направо.

Таким образом, на экране наблюдается график зависимости входного напряжения от времени. Этот график зависимости повторяется с периодом, равным периоду запуска генератора развертки. Если период развертки будет меньше 20 мс, то мелькание картинки на экране уже будет незаметным вследствие зрительной памяти.

Вспомогательные блоки осциллографа

Чувствительность электронно-лучевых трубок обычно невелика. Для отклонения луча нужны десятки, если не сотни вольт. Поэтому при исследовании слабых сигналов их необходимо усиливать. Изучаемый сигнал подается на вертикально отклоняющие пластины через усилитель. Усилитель включает в себя переключаемый аттенюатор, позволяющий менять усиление в широком диапазоне. В блоке питания осциллографа вырабатываются напряжения, необходимые для работы электронно-лучевой трубки, генератора разверток, усилителя входного сигнала.

В лаборатории используется 2 типа осциллографов: ОСУ-10В и С1-73. У них органы управления немного отличаются, и поэтому дальнейшее описание будет приведено для них отдельно. Внимательно следите за заголовками.

Назначение органов управления осциллографа ОСУ-10В

Все входы сигналов и органы управления расположены на лицевой панели прибора. Причём ручки управления и входы сигналов разнесены по трём областям (рис.5). В первой области (справа от экрана) расположены кнопка включения прибора «ВКЛ-ВЫКЛ», регуляторы «яркость» и «фокус» луча. При проведении измерений желательно работать с малой яркостью луча потому, что при этом достигается его минимальная толщина, и измерения будут более точными. Вторая область расположена слева под экраном. Здесь расположены элементы управления усилителем вертикального отклонения луча.

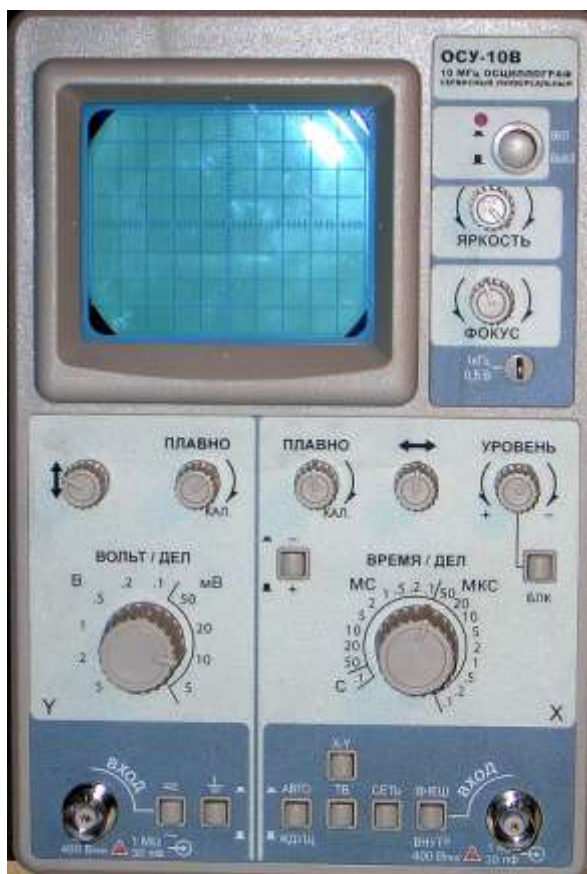


Рис.5. Электронный осциллограф **ОСУ-10В**

Исследуемый сигнал подаётся на разъём, расположенный на левой стороне осциллографа, и затем на вход “Y” усилителя вертикального отклонения. В зависимости от положения 1й кнопки сигнал подается на вход усилителя Y через конденсатор “~” (кнопка отжата) или непосредственно “~” (кнопка нажата). Вторая кнопка должна быть отжата, при её нажатии “L” вход закорачивается, и сигнал на вход усилителя не проходит. Усиление исследуемого сигнала плавно регулируется ручкой “ПЛАВНО” и ступенчато переключателем “ВОЛЬТ/ДЕЛ”. Эти органы управления расположены в этой же области под экраном. В крайнем (по часовой стрелке) положении ручки “ПЛАВНО” осциллограф калиброван по амплитуде (можно пользоваться значениями коэффициентов при измерении амплитуды напряжения исследуемого сигнала).

На передней панели прибора также расположены ручки управления лучом электронно-лучевой трубки “↑”, “↔”, . Они позволяют перемещать изображение на экране вверх-вниз и влево-вправо..

В третьей зоне расположены органы управления усилителем горизонтального отклонения луча и генератором развёрток. Управление частотой генератора разверток осуществляется переключателем “ВРЕМЯ/ДЕЛ” и ручкой “ПЛАВНО”. Эти органы управления позволяют растягивать или сжимать изображение сигнала на экране по горизонтали (ось X). В крайнем положении (по часовой стрелке) ручки “ПЛАВНО” осциллограф откалиброван по

длительности сигнала. Это означает, что можно пользоваться значениями коэффициентов при переключателе “**время/дел**”. Обозначение “мс” означает миллисекунду ($1 \text{ мс} = 10^{-3} \text{ с}$), “мкс” – микросекунду ($1 \text{ мкс} = 10^{-6} \text{ с}$).

Генератор разверток может работать в двух режимах: непрерывной генерации и ждущем режиме. Непрерывная генерация будет при нажатой кнопке «**АВТО-ЖДУЩ**». При этом на экране наблюдается изображение сигнала или горизонтальная линия. При отжатии кнопки «**АВТО-ЖДУЩ**» генератор развертки переходит в ждущий режим. При этом генератор разверток запускается только при подаче исследуемого сигнала. Ручкой “**уровень**”, расположенной справа, выбирается уровень входного сигнала, начиная с которого запускается развертка луча. Удобней всего эту ручку держать в среднем положении. **Остальные кнопки, расположенные здесь же около входа X должны быть отжаты.** Коротко об их назначениях. Кнопка «**ВНЕШ-ВНУТР**» в отжатом положении синхронизирует генератор разверток от исследуемого сигнала. В нажатом — от внешнего сигнала, который подается на вход X. При нажатой кнопке «**СЕТЬ**» происходит синхронизация от сети 50 Гц. При нажатой кнопке «**X-Y**» на горизонтально отклоняющие пластины подается сигнал с входа X через усилитель.

Для включения осциллографа вставьте сетевой шнур в розетку 220В и нажмите кнопку “**ВКЛ**”, рядом должен загореться красный светодиод. Через 5-10 с на экране осциллографа должно появиться изображение сигнала, если он подан, или горизонтальная линия.

При отсутствии луча на экране проверьте положения кнопок управления. Кнопка «**АВТО-ЖДУЩ**» должна быть нажата. Остальные кнопки, расположенные здесь же около входа X должны быть отжаты. При этом ручки-регуляторы “**ФОКУС**”, «**УРОВЕНЬ**”, “**↓**”, “**↔**”, должны быть в среднем положении. Дальнейшие действия производите согласно пункту проведения измерений.

Назначение органов управления осциллографа С1-73

Исследуемый сигнал подается на разъём, расположенный на левой стороне осциллографа, и затем на вход “**Y**” усилителя вертикального отклонения. В зависимости от положения переключателя “**— ⊗ Y**”, расположенного на передней панели прибора, сигнал подается на усилитель Y через конденсатор (“**~**”) или непосредственно (“**~**”), или вход усилителя заворачивается (“**⊥**”).

Усиление исследуемого сигнала регулируется плавно ручкой “**УСИЛЕНИЕ**” и ступенчато переключателем “**V/ДЕЛ**”. Эти органы управления расположены соосно слева от экрана. В крайнем (по часовой стрелке) положении ручки “**УСИЛЕНИЕ**” осциллограф калиброван по амплитуде (можно пользоваться значениями коэффициентов при измерении амплитуды напряжения исследуемого сигнала).

На передней панели прибора расположены ручки управления лучом электронно-лучевой трубки “↑”, “↔”, “ФОКУС”, “ЯРКОСТЬ”. Первые две позволяют перемещать изображение на экране, последние две регулируют резкость и яркость луча. При проведении измерений желательно работать с малой яркостью луча потому, что при этом достигается минимальная толщина луча.

Управление частотой генератора разверток осуществляется переключателем “ms/дел” и ручкой “ПЛАВНО”, расположенными соосно и справа от экрана на передней панели осциллографа. Эти органы управления позволяют растягивать или сжимать изображение сигнала на экране по оси X. В крайнем положении (по часовой стрелке) ручки “ПЛАВНО” осциллограф калиброван по длительности сигнала (можно пользоваться значениями коэффициентов при переключателе “ms/дел”, “μs/дел”). Обозначение “ms” означает миллисекунду ($1 \text{ мс} = 10^{-3} \text{ с}$), “μs” – микросекунду ($1 \text{ мкс} = 10^{-6} \text{ с}$).

Генератор разверток может работать в двух режимах: непрерывной генерации и ждущем режиме. В крайнем положении (по часовой стрелке) ручки “СТАБ.”, расположенной ниже экрана, генератор разверток находится в режиме непрерывной генерации. На экране наблюдается или изображение сигнала, или горизонтальная линия. При повороте ручки “СТАБ.” против часовой стрелки при некотором ее положении генератор развертки переходит в ждущий режим. При этом генератор разверток запускается только при подаче исследуемого сигнала. При дальнейшем вращении ручки “СТАБ.” против часовой стрелки генератор разверток вообще перестает запускаться. Наиболее стабильная синхронизация генератора разверток достигается в некотором среднем положении ручки “СТАБ.”. При этом наблюдается неподвижное изображение исследуемого сигнала на экране. Ручкой “УРОВЕНЬ”, расположенной рядом, выбирается уровень сигнала (величина напряжения), начиная с которого запускается развертка.

Для включения осциллографа вставьте сетевой шнур в розетку 220В и переведите тумблер “ПИТАНИЕ” на передней панели вверх, сразу должен загореться индикатор (оранжевая лампочка рядом с тумблером).

Через 10-15 с на экране осциллографа должно появиться изображение сигнала, если он подан, или горизонтальная линия.

При отсутствии луча на экране сделайте следующее: ручки “ФОКУС” и “УРОВЕНЬ” поставьте в среднем положении, “ЯРКОСТЬ” и “СТАБ.” – в крайнее положение по часовой стрелке. Переключатель “–⊗ Y” на передней панели установите в положение “⊥”. При помощи ручек “↑”, “↔” найдите и установите в середину экрана линию развертки. Отрегулируйте “ФОКУС” и “ЯРКОСТЬ”. Дальнейшие действия производите согласно пункту проведения измерений.

Проведение измерений амплитуды и периода переменного сигнала

Включите осциллограф и подайте исследуемый сигнал на вход “У” усилителя вертикального отклонения. Ручки “плавно” должны быть в крайнем положении по часовой стрелке. Переключатель “вольт/дел” (V/дел) установите так, чтобы исследуемый сигнал на экране занимал не менее 3х делений по вертикали. Установите устойчивое изображение сигнала. Для осциллографа С1-73 это осуществляется с помощью ручек “УРОВЕНЬ” (среднее положение) и “СТАБ.” (среднее положение). Переключатель «время/дел» (“ms/дел”) установите так, чтобы на экране наблюдались 1-3 периода исследуемого сигнала.

Для измерения амплитуды переменного сигнала измерьте расстояние по вертикали между крайними точками изображения U (рис. 6). Расстояние измеряется в делениях. Затем умножьте величину U на коэффициент усиления и разделите пополам. Измерения принято проводить с точностью до долей целого деления. Большие деления разбиты на 5 мелких. Следовательно, одно мелкое деление составляет 0,2 большого деления. Белая черта на переключателе “V/ДЕЛ” осциллографа С1-73 показывает коэффициент усиления.

(Пример. Предположим, что измеренная величина $U = 4,8$ деления и переключатель “V/ДЕЛ” находится в положении 0,5. Амплитуда переменного напряжения будет рассчитываться: $4,8 \text{ дел} * 0,5 \text{ в/дел} : 2 = 1,2 \text{ В.}$)

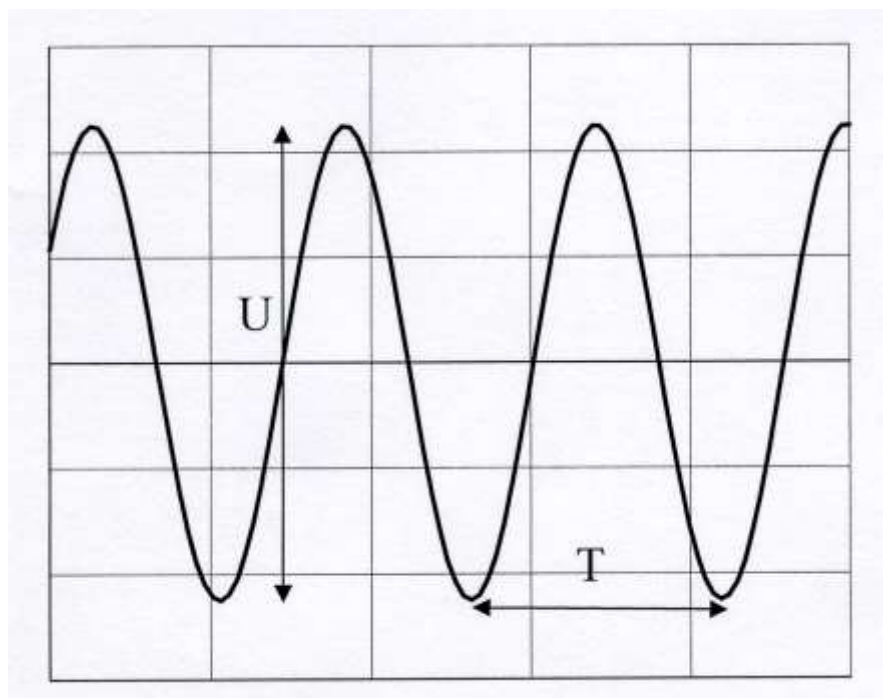


Рис.6. Сигнал генератора переменного напряжения на экране осциллографа

Для измерения периода переменного сигнала измерьте расстояние между соседними минимумами или максимумами по горизонтали T (рис. 6). Затем умножьте расстояние, измеренное в делениях, на коэффициент развёртки. Коэффициент развёртки на осциллографе С1-73 показывает белая черта на переключаче-

теле “ms/дел” или “μs/ дел”. По горизонтальной оси большие деления также разбиты на 5 мелких. Следовательно, одно мелкое деление составляет 0,2 большого деления.

(Пример. Допустим, что расстояние между измеряемыми точками составляет 5,2 делений, а переключатель установлен в положение “0,5 ms/дел”. Период измеряемого сигнала будет: $T = 5,2 \text{ дел} * 0,5 \text{ мс/дел} = 2,6 \text{ мс}$ или $T = 2,6 \cdot 10^{-3} \text{ с.}$)

Задание к работе

1. Внимательно изучите по методическим указаниям принцип работы электронного осциллографа и назначение его основных узлов.
2. Изучив ручки управления осциллографа, включите его в сеть 220 вольт. Включите генератор в специальную розетку на лабораторном столе и нажмите кнопку “СЕТЬ” на его панели. Все остальные кнопки на панели должны быть отжаты.
3. Нажмите на кнопку “F1” на панели генератора и проведите измерения амплитуды и периода переменного сигнала, руководствуясь пунктом “Проведение измерений периода и амплитуды переменного сигнала”
4. Прделайте задание пункта 3, нажав вместо кнопки “F1” сначала кнопку “F2” и затем — “F3”. При этом будет изменяться частота и амплитуда изучаемого сигнала.
5. Занесите результаты измерений в тетрадь и представьте отчет о работе преподавателю.

Контрольные вопросы и задания

1. Для чего предназначен осциллограф?
2. Что называется напряженностью электрического поля?
3. Что называется потенциалом электрического поля?
4. Чему равна работа электростатического поля?
5. Какова связь напряженности и разности потенциалов для однородного поля?
6. Каким образом электростатические поля изображаются графически.
7. Как проводятся силовые линии напряженности и как строятся эквипотенциальные поверхности?
8. Как устроена электронно-лучевая трубка?
9. Каково устройство и назначение электронной пушки? Каким образом рассчитывается скорость электронов на выходе из электронной пушки?
- 10.Получите зависимость смещения точки на экране от величины напряжения, подаваемого на отклоняющие пластины.
- 11.Для чего служит генератор разверток? Какова форма его напряжения?
- 12.Для чего нужна синхронизация генератора разверток?
- 13.Как проводятся измерения амплитуд и периодов переменных сигналов?