

ного пучка люминесцентный экран \mathcal{E} и эл.-статич. система 4, отклоняющая пучок в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Отклоняющая система образуется двумя ортогонально расположенными парами пластин 4а и 4б, каждая из к-рых при подаче на них напряжения создаёт электр. поле, поперечное к оси О. т. Под действием периодич. пилообразного напряжения, подаваемого на пластины 4а, пучок перемещается с пост. скоростью в горизонтальном направлении, прочеркивая на экране ось времени. Измеряемый сигнал, подаваемый на пластины 4б, вызывает вертикальное смещение пучка, пропорц. мгновенной величине сигнала. Сложные перемещений пучка по обеим осям приводит к вычерчиванию на экране светящегося графика (осциллограммы) процесса.

Осн. характеристиками О. т. являются: полоса регистрируемых частот (от нулевой до верхней граничной), в пределах к-рой сигналы отображаются без искажений; чувствительность отклонения каждой пары пластин, определяемая смещением пучка на 1 В приложенного напряжения; скорость записи, определяемая как предельная скорость перемещения пучка по экрану, при к-рой яркость свечения ещё достаточна для визуального наблюдения периодич. сигналов или фотогр. регистрации быстропротекающих однократных процессов. Отклоняющая система воспроизводит сигналы без искажений, если за время пролёта электронном сигнальных пластин фаза сигнала заметно не меняется. Система рис. 1 способна регистрировать сигналы в полосе частот до 100—300 МГц. При более высоких частотах воспроизведение сигнала происходит с сильным искажением. Для регистрации сигналов диапазона отклонение по оси сигналов чаще всего осуществляется спиральной отклоняюще-замедляющей системой (рис. 2). Измеряемый сигнал бежит по спирали со скоростью света, а его фазовая скорость в направлении оси О. т. оказывается замедленной в число раз, равное отношению длины витка спирали к её шагу. Если скорость движения электронов вдоль оси О. т. в зазоре между спиралью и пластиной равна этой фазовой скорости, то в любой траектории на электрон воздействует отклоняющее поле, находящееся в той же фазе, в к-рой оно было, когда электрон входил в систему. Такие системы способны реагировать на сигналы в полосе частот от 0 до 5—10 ГГц.

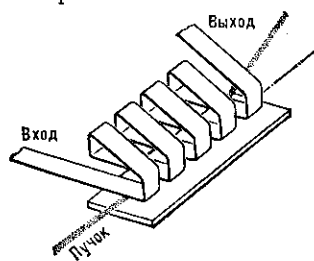


Рис. 2.

При заданной геометрии отклоняющей системы её чувствительность тем выше, чем меньше скорость электронов, а яркость свечения экрана тем выше, чем эта скорость больше. Поэтому во многих О. т. электроны пучка дополнительно ускоряются после отклонения. При очень высоких скоростях перемещения пучка по экрану в его возбуждении участвует лишь малое число электронов и яркость свечения оказывается недостаточной. В этих случаях перед экраном внутри О. т. помещается усилитель тока пучка в виде стеклянной пластины с большим числом сквозных микроканалов, в к-рых за счёт вторичной электронной эмиссии кол-во электронов умножается в тысячи раз. Для регистрации медленных и одиночных процессов используются также запоминающие О. т., длит. время сохраняющие на экране изображенные однократно записанной осциллограммы (см. *Запоминающая трубка*).

Лит.: Миллер В. А., Куракин Л. А., Приемные электронно-лучевые трубки, 2 изд., М.—Л., 1971; Котовских Г. С., Кондратенков В. М., Запоминающие трубки с видимым изображением, М., 1970; Шерстнев Л. Г., Электронная оптика и электронно-лучевые приборы, М., 1971; Шкунов В. А., Семеник Г. И., Широкополосные осциллографические трубки и их применение, М., 1976. В. Л. Герус.

ОСЦИЛЛЯТОР (от лат. *oscillo* — качаюсь) — система (или материальная точка), совершающая колебательное периодич. движение около положения устойчивого равновесия. Термин «О.» применим к любой системе, если описывающие её величины периодически изменяются со временем. Простейшие примеры осциллятора в классической механике — грузик на пружинке, маятник.

Важнейший тип О.— линейный гармонический осциллятор, колебания к-рого являются осн. моделью движения частиц в атомах, атомных ядрах, молекулах, твёрдых телах. Потенц. энергия линейного гармонич. О. $U = kx^2/2$, где $x(t)$ — отклонение от положения равновесия, k — пост. коэф. (в случае груза на пружинке k — жёсткость пружины). Она представляет собой первый член разложения в ряд по x потенц. энергии $U(x)$ при малых x .

Ур-ние движения линейного гармонич. О. имеет вид

$$\ddot{x} + \omega^2 x = 0, \quad (1)$$

где $\omega = \sqrt{k/m}$ — частота О., m — масса ($\omega = 2\pi/T$, где T — период колебаний; точки означают дифференцирование по времени). Общее решение ур-ния (1):

$$x(t) = A \cos(\omega t + \varphi) = \text{Re}[A e^{i\varphi} e^{i\omega t}] \quad (2)$$

(A — амплитуда колебаний О., φ — нач. фаза). Движение О., описываемое зависимостью (2), происходит под влиянием возвращающей силы F , направленной к положению равновесия и пропорц. величине отклонения от положения равновесия: $F = -\partial U/\partial x = -kx$. При движении О. в пренебрежении силами трения его полная энергия

$$\mathcal{E} = \frac{m\dot{x}^2}{2} + \frac{kx^2}{2} \quad (3)$$

сохраняется. Кинетич. энергия $m\dot{x}^2/2$ и потенц. энергия $kx^2/2$ в процессе движения изменяются от нуля до \mathcal{E} . Энергия колебаний О. может быть выражена через амплитуду и частоту:

$$\mathcal{E} = m\omega^2 A^2/2. \quad (4)$$

Импульс О. $p = m\dot{x}$ меняется по тому же закону (2), что и x , но со сдвигом по фазе на $\pi/2$:

$$p(t) = m\omega A \sin(\omega t + \varphi + \pi/2) \quad (5)$$

(соответственно кинетич. и потенц. энергии О. изменяются в противофазе). Если изобразить движение О. на фазовой плоскости, по оси абсцисс к-рой отложена координата, а по оси ординат — импульс, то его периодич. движение происходит по эллипсу

$$\frac{x^2}{A^2} + \frac{p^2}{(m\omega A)^2} = 1 \quad (6)$$

с полуосями соответственно A и $m\omega A$.

Понятие «О.» распространяется и на немеханич. системы: колебания тока и напряжения в колебат. контуре, колебания векторов напряжённостей электрич. и магн. полей в эл.-магн. волне и т. д.

Квантовый О. описывается гамильтонианом

$$\hat{H} = \frac{\hat{p}^2}{2m} + \frac{m\omega^2 \hat{x}^2}{2}, \quad (7)$$

где \hat{p} и \hat{x} — операторы импульса и координаты; в конфигурац. представлении $\hat{p} = -i\hbar\partial/\partial x$, $\hat{x} = x$. Уровни энергии квантового О. эквидистантны:

$$\mathcal{E}_n = \hbar\omega(n + 1/2), \quad n = 0, 1, 2, \dots \quad (8)$$

Они определяются из Шрёдингера уравнения

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\partial^2 \Psi_n(x,t)}{\partial x^2} + \frac{m\omega^2 x^2 \Psi_n(x,t)}{2} = i\hbar \frac{\partial \Psi_n}{\partial t} \quad (9)$$

и изображаются обычно на кривой потенц. энергии О. 481