

Г. В. МАМЧЕВ

(Новосибирск)

расположенных цилиндрических линз, могут использоваться для селекции изображений. Основным параметром оптических растров является их шаг t_p , т. е. ширина отдельных цилиндрических линз.

Задача настоящей статьи — определение условий, исходя из которых должна устанавливаться необходимая величина шага t_p , а также величина допустимого разброса шага Δt_p в различных линзах оптического раstra.

Для определения шага оптических растров рассмотрим оптическую схему приемной части стереотелевизионного устройства (рис. 1). При воспроизведении многокарусных изображений оптическая схема (см. рис. 1) будет отличаться только большим количеством проекционных кинескопов. Из рис. 1 видно, что в случае пространственной селекции изображений для левого (Л) и правого (П) глаза с помощью оптического раstra зрители должны рассматривать непосредственно кодированное стереоизображение, которое представляет собой сложное штриховое изображение. В приемной части стереотелевизионного устройства получение кодированного стереоизображения, представляющего собой штрихованные друг в друга, дискретизированные в горизонтальном

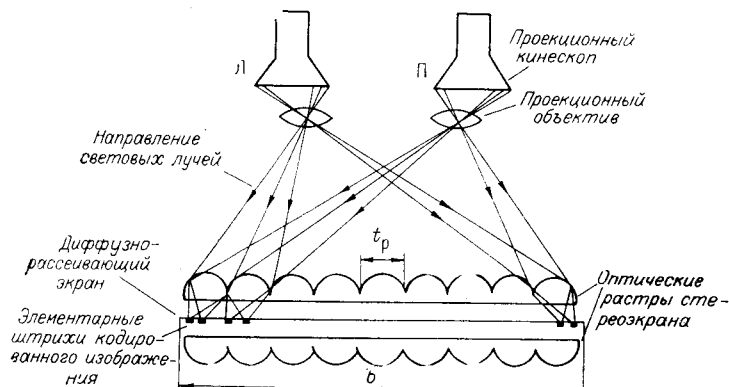


Рис. 1.

направлении изображения отдельных ракурсов, осуществляется непосредственно оптическим растром. В этом случае шаг оптического раstra t_p определяется числом отсчетов дискретизированного изображения каждого ракурса.

В соответствии с теорией дискретизации изображений, разработанной Н. К. Игнатьевым на основании использования теоремы Котельникова [1], число отсчетов дискретизированного изображения каждого ракурса в горизонтальном направлении стереоэкрана должно быть не менее

$$2\nu_{x\max}b,$$

где $\nu_{x\max}$ — максимальная пространственная частота изображения каждого ракурса в горизонтальном направлении стереоэкрана в лин/мм; b — горизонтальный размер стереоэкрана в мм.

Величина $\nu_{x\max}$ может быть определена из следующего выражения:

$$\nu_{x\max} = \frac{F_{\max} T_{\text{стр}} (1 - \alpha)}{b}, \quad (1)$$

где F_{\max} — граничная частота спектра телевизионного сигнала изображения отдельного ракурса; $T_{\text{стр}}$ — период строчной развертки; α — время обратного хода строчной развертки в относительных единицах. При этом следует учесть, что F_{\max} должна быть увеличена в $\sqrt{2}$ по сравнению с величиной, принятой в вещательном телевидении, для компенсации уменьшения горизонтальной четкости изображения каждого ракурса, обусловленной их дискретизацией в горизонтальном направлении [2].

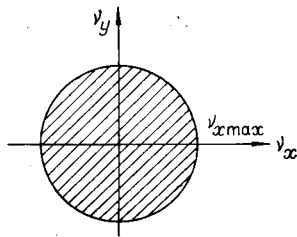


Рис. 2.

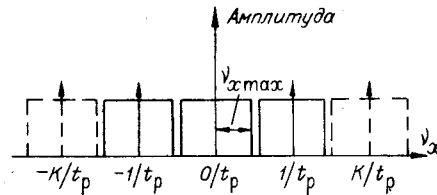


Рис. 3.

Принимая во внимание выражение (1), можно определить величину шага оптического раstra t_p :

$$t_p = \frac{b}{2v_{x \max} b} = \frac{b}{2F_{\max} T_{\text{стр}} (1 - \alpha)}. \quad (2)$$

Для определения величины допустимого разброса шага оптических растр рассмотрим возможные искажения стереоизображения при невыполнении соотношения (2). Анализ искажения проведем, используя теорию дискретизации изображений. Спектр пространственных частот изображения каждого ракурса в силу ограниченной разрешающей способности приемопередающих ЭЛП, а также конечной полосы частот канала связи является ограниченным, что может быть условно показано на рис. 2, на котором v_y — пространственная частота изображения одного ракурса в вертикальном направлении. Так как оптическим растром производится дискретизация в горизонтальном направлении стереоэкрана, то нас в дальнейшем будут интересовать только пространственные частоты v_x . Согласно [1], в результате дискретизации изображения каждого ракурса спектральное пространство (см. рис. 2) можно считать разбитым на множество дискретных точек с координатами K/t_p (рис. 3), где K — ряд целых положительных и отрицательных чисел. Спектральные составляющие, соответствующие этим точкам, как бы модулируются исходным спектром, представленным на рис. 2. Для того чтобы восстановить исходное изображение каждого ракурса, необходимо совокупность отсчетов кодированного изображения пропустить через фильтр пространственных частот, частотная характеристика которого должна быть ограничена кривой рис. 2. Роль подобного фильтра выполняет оптическая система глаза.

Пусть шаг оптического раstra превышает на Δ величину, рассчитанную по соотношению (2). Тогда $v_{x \max} > \frac{1}{2(t_p + \Delta)}$, при этом побочные спектры пространственных частот перекроют основной спектр (рис. 4). Из рис. 4 видно, что в этом случае в основном спектре появится ложный низкочастотный компонент с пространственной частотой $\frac{1}{t_p + \Delta} - v_{x \max}$. Этот компонент вызовет искажение изображения каждого ракурса, наиболее характерным проявлением которого является муар-эффект.

Для определения условий незаметности этой помехи рассмотрим рис. 5, на котором λ_n обозначена длина волны гармонической составляющей муаровой помехи, $B_{\text{ср}}$ — постоянная составляющая яркости изображений в плоскости стереоэкрана. Из рис. 5 видно, что муаровая помеха не будет заметна только в том случае, если изменения $B_{\text{ср}}$ из-за помехи в пределах ширины стереоэкрана b не будут превышать величины порогового контраста, равной 2% [3], при условии, что амплитуда гармонической составляющей помехи равна $B_{\text{ср}}$. При $AC = 1,02 OE$ ($OE = B_{\text{ср}}$) $DL = 0,98 OE$ (см. рис. 5), $CD = 0,0055 MN$ ($MN = \lambda_n$, $CD = b$). В этом случае условие незаметности

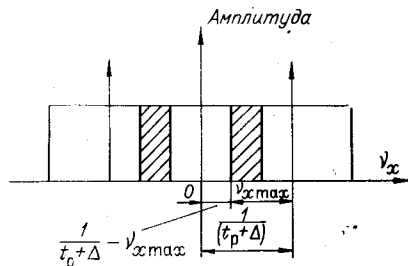


Рис. 4.

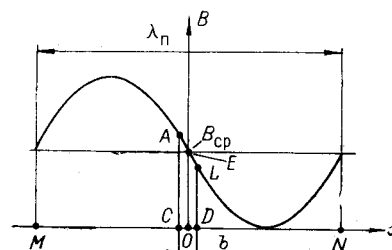


Рис. 5.

муаровой помехи аналитически описывается следующим выражением:

$$0,0055 \left(\frac{1}{t_p + \Delta - v_{x \max}} \right) \geq b. \quad (3)$$

Подставляя в соотношение (3) выражения (1) и (2) и принимая, что $\Delta = kt_p$, получим

$$0,0055 \frac{1+k}{F_{\max} T_{\text{стр}} (1-\alpha)(1-k)} \geq 1. \quad (4)$$

Произведем расчет величины k по соотношению (4). При $F_{\max} = \sqrt{2} \times 6 \text{ МГц}$, $T_{\text{стр}} = 64 \text{ мкс}$, $\alpha = 0,18$ из соотношения (4) следует, что $k \approx 1$. Таким образом, при увеличении шага оптического раstra практически в 2 раза относительно величины, определенной по соотношению (2), муаровая помеха, возникающая из-за дискретизации изображений отдельных ракурсов стереозэкраном, не будет замечаться зрителями.

При $v_{x \max} < \frac{1}{2(t_p - \Delta)}$ в общем случае зрителями будет замечаться дискретность изображений отдельных ракурсов в плоскости стереозэкрана. Согласно [4], допускается, чтобы шаг оптических растров был в 2—3 раза меньше рассчитанного по соотношению (2).

Выводы

1. Выбор величины шага оптического раstra должен производиться в соответствии со значением максимальной пространственной частоты каждого ракурса в горизонтальном направлении телевизионного раstra.
2. Разброс шага оптических растров допускается в пределах $\pm 100\%$, при этом муаровая помеха будет практически незаметной для зрителей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н. К. Игнатьев. Оптимальная дискретизация двумерных сообщений. — «Изв. высш. учеб. заведений. Радиотехника», 1961, № 6.
2. В. Г. Фролушкин. Апертурно-частотные характеристики сложных систем развертки изображения. — «Вопросы радиоэлектроники. Сер. Техника проводной связи», 1969, вып. 2.
3. Е. Л. Орловский и др. Теоретические основы электрической передачи изображений. М., «Сов. радио», 1962.
4. О. Ф. Гребенников. Применение некоторых положений теории дискретизации к растровым фотографирующим системам. — «Труды Ленинградского ин-та киноинженеров», 1973, вып. 20.

Поступило в редакцию 8 октября 1974 г;
окончательный вариант — 29 октября 1974 г.

УДК 621.375.826

В. П. БЕССМЕЛЬЦЕВ, В. В. ВОРОБЬЕВ, В. А. ХАНОВ
(Новосибирск)

СТАБИЛИЗАЦИЯ РАЗНОСТНОЙ ЧАСТОТЫ ДВУХЧАСТОТНОГО ЛАЗЕРА

Использование двухчастотного лазера в устройствах для измерения угла поворота [1] приводит к необходимости стабилизации значения разности частот двух компонентов его излучения.

Ниже описывается устройство для стабилизации разностной частоты гелий-неонового лазера с внутренними зеркалами, помещенного в аксиальное магнитное поле.

В магнитном поле линия усиления гелий-неонового лазера расщепляется на два симметричных зеемановских компонента. Вследствие эффектов затягивания лазер генерирует две волны с ортогональными круговыми поляризациями и с различными частотами f_1 и f_2 . Величина разности этих частот $f_p = f_1 - f_2$ определяется как параметрами лазера (усилением активной среды, добротностью резонатора, отклонением частоты ге-