

## К вопросу оптимизации голографических информационных устройств

С. П. Воробьев

Одним из важнейших параметров голографического информационного устройства, в том числе устройства с ТВ выводом информации, является разрешение в изображении документа, передаваемого абоненту. Естественное требование к этому параметру — максимальное разрешение при минимально допустимых размерах голограммы и соответственно полосе пропускания применяемой ТВ системы. В [1] получено соотношение между размером голограммы и полосой пропускания ТВ системы для передачи голографического изображения с минимальными искажениями.

Однако представляет несомненный интерес установление аналогичного соотношения между характеристиками записываемого на голограмму документа и размером голограммы. Это позволит, имея разнообразные документы, сразу определить размер голограммы, обеспечивающий оптимальное разрешение восстановленного изображения. В работах [2, 3] исследована зависимость разрешения восстановленного изображения от размера голограммы, но предложенный для его оценки коэффициент читаемости имеет качественный характер. В работе [4] проведен достаточно подробный количественный анализ условий разрешения точечных объектов, однако этот случай наиболее полно применим к записи битовой информации или использованию псевдослучайной фазовой маски. При записи голограмм текста или графического материала в схеме Фраунгофера можно ограничиться простыми условиями фильтрации пространственных частот спектра, причем в качестве основного элемента текста, разрешение которого определяет читаемость документа, следует взять штрих буквы (или чертежа). Выбор в качестве основного элемента штриха объясняется тем, что он входит в состав всех букв и для определенного текста имеет практически постоянный размер, наименьший по сравнению с размерами букв, строчек и т. д. Поэтому ограничение пространственного спектра прежде всего влияет на качество изображения штриха.

На рис. 1 показано распределение освещения по штриху, на рис. 2 — его пространственный спектр, определяемый выражением  $F(v) = \text{sinc}(b, v)$  где  $b$  — ширина штриха,  $v$  — пространственная частота, определяемая функ-

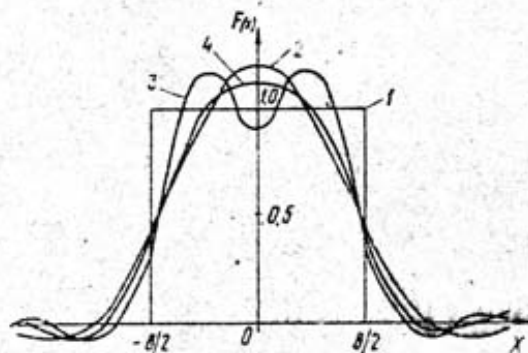


Рис. 1. Изображение штриха при ограничении пространственного спектра:

1 — исходный штрих; 2 —  $v_{гр} = \pm 1/b$ , 3 —  $v_{гр} = \pm 2/b$ ; 4 —  $v_{гр} = \pm 1,42/b$

цией  $\sin \varphi/\lambda$ ;  $\varphi$  — угол дифракции;  $\lambda$  — длина волны. Предполагается, что штрих образован прозрачным участком транспаранта на непрозрачном поле (негатив текста). При ограничении спектра до некоторого значения пространственной частоты  $v_{гр}$  распределение амплитуды света в восстановленном изображении определится выражением

$$F(x) = \int_{-v_{гр}}^{+v_{гр}} \text{sinc}(b, v) \exp(-j2\pi vx) dv = \\ = \text{si}[\pi v_{гр}(b+2x)] \div \text{si}[\pi v_{гр}(b-2x)].$$

При выделении одного главного максимума спектра  $v_{гр} = \pm 1/b$  изображение штриха растягивается и не имеет плоской вершины (кривая 2). Размер голограммы для этого случая равен  $D_{гр} = 2\lambda f/b$ ,  $f$  — фокусное расстояние объектива, выполняющего Фурье-преобразование. Например, для  $\lambda = 0,63$  мкм,  $f = 85$  мм,  $b = 20$  мкм,  $v_{гр} = 50$  лин/мм,  $D_{гр} = 5,35$  мм. Если ограничить спектр до  $v_{гр} = \pm 2/b = 100$  лин/мм ( $D_{гр} = 10,7$  мм), в центре изображения штриха появится провал (кривая 3), что может привести к неправильному прочтению документа. По аналогии с абсолютным критерием разрешения, предложенным в работе [3], можно считать оптимальным размер такой голограммы, которая восстанавливает изображение штриха с бесконечно малым провалом в центре, т. е. в точке перегиба. В этом случае изображение штриха будет наиболее «похоже» на оригинал.

Распределение амплитуды света в изображении определится из условия  $d^2 F(v_{гр})/dv_{гр}^2 = 0$  при  $x=0$ . Используя выражение, определяющее  $F(x)$  и взяв производные, получим следующее уравнение:  $\text{tg}(\pi v_{гр} b) = \pi b v_{гр}$ . Первое ненулевое решение этого уравнения получается при  $\pi b v_{гр} = 4,5$ , т. е. при  $v_{гр} = 1,42/b$ . Следовательно,  $D_{гр} = 2\lambda f v_{гр} = 2,84\lambda f/b$ . На рис. 1 показано изображение штриха, рассчитанное для этого случая (кривая 4).

Подставив выражение для  $v_{гр}$  в формулу для определения полосы пропускания ТВ системы, приведенной в работе [1], получим явную зависимость полосы от характеристики записываемого документа  $\Delta f = 4N\rho h^2/b^2$ , где  $N$  — частота кадров,  $\rho$  — формат кадра,  $h$  — высота кадра. При известной полосе пропускания ТВ системы

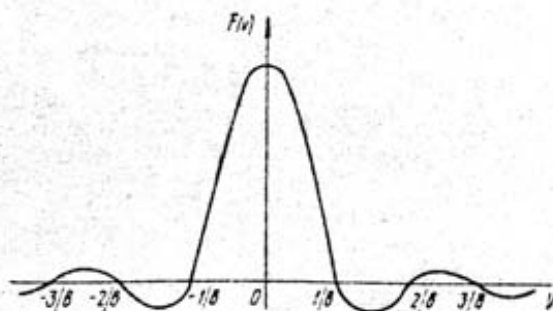


Рис. 2. Пространственный спектр штриха

из полученного выражения можно определить оптимальный размер штриха документа, необходимый для качественной передачи изображения:  $b = 2h \sqrt{Np/\Delta f}$ . Например, если  $N=25$  Гц,  $h=20$  мм,  $p=4/3$ ,  $\Delta f=6,5$  мГц, то  $b=90$  мкм.

Полученные расчетные соотношения позволяют подойти к задаче оптимального выбора параметров голографической ТВ системы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьев С. П. Передача голографического изображения в замкнутой ТВ системе. — Техника кино и телевидения, 1983, № 4, с. 31—33.

2. Голографическая миниатюризация научно-технических документов/Л. Н. Вагин, Л. Г. Назарова, Т. М. Арсеньева, В. А. Ванин. — Оптика и спектроскопия, 1975, 33, вып. 5, с. 994—998.

3. Вагин Л. Н. Голографические методы миниатюризации, копирования, хранения и воспроизведения документальной информации. — Автометрия, 1981, № 1, с. 3—19.

4. Рыхлов А. Ф. Влияние когерентности света на разрешение точечных объектов. — Журнал научной и прикладной фотографии и кинематографии, 1980, 25, вып. 6, с. 425—426.

## Авторские свидетельства

### КАНАЛ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ВИДЕОМАГНИТОФОНА

«Канал воспроизведения видеомагнитофона, содержащий последовательно соединенные коммутатор частотно-модулированного (ЧМ) видеосигнала, демодулятор и компенсатор временных искажений, формирователь импульсов коммутации, подключенный к выходу тактодатчика, и детектор ошибки, отличающийся тем, что с целью устранения искажений воспроизводимого сигнала при коммутации канала введены последовательно соединенные коммутатор ЧМ-сигнала синхронизации и синхроселектор, выход которого подключен к первому входу детектора ошибки, выход которого подключен к второму входу компенсатора временных искажений, выход которого подключен к первому входу введенного детектора внутривидеоискажений, выход которого подключен к третьему входу компенсатора временных искажений, при этом к выходу синхроселектора подключены входы введенных синхронного мультивибратора и блока автоматической автоподстройки частоты, выход которого подключен к другому входу синхронного мультивибратора, при этом выход синхронного мультивибратора подключен к другому входу формирователя импульсов коммутации, выходы которого подключены к соответствующим входам коммутатора ЧМ-видеосигнала и коммутатора ЧМ-сигнала синхронизации, другие входы которого подключены к соответствующим входам коммутатора ЧМ-видеосигнала, причем вторые входы детектора внутривидеоискажений и детектора ошибки являются входами опорного сигнала».

Авт. свид. № 586319, заявка № 2893560/18-09, кл. Н04N 5/785, приор. от 11.03.80, опубл. 30.11.81.

Авторы: Пикман Я. М. и Золотарев А. И.  
ТВ СИСТЕМА С КОМПРЕССИЕЙ ЦИФРОВЫХ СИГНАЛОВ ИЗОБРАЖЕНИЯ

«ТВ система с компрессией цифровых сигналов изображения, содержащая в передающей части последовательно соединенные ана-

лого-цифровой преобразователь, первый вход которого подключен к выходу передающей телекамеры, делитель, сумматор и выходной регистр, выход которого подключен к входу линии связи, тактовые входы которых подключены соответственно к первому, второму, третьему и четвертому выходам блока управления, блок задержки, первый вход которого соединен с выходом сумматора, тактовый вход — с выходом блока управления, а выход с вторым входом сумматора, и переключатель режимов работы, вход которого подключен к шестому выходу блока управления, а выход — к управляющему входу делителя, а в приемной части — последовательно соединенные входной регистр, вход которого подключен к выходу линии связи, цифроаналоговый преобразователь (ЦАП) и видеоконтрольный блок, тактовые входы которых подключены соответственно к первому, второму и третьему выходам блока управления, и переключатель режимов работы, вход которого соединен с четвертым выходом блока управления, а выход — с управляющим входом ЦАП, отличающаяся тем, что с целью повышения качества воспроизводимого изображения путем уменьшения размытости границ крупных деталей изображения и заметности ступенчатой структуры в приемную часть между вторым выходом второго регистра и разрешающим входом ЦАП введены последовательно соединенные блок памяти, блок вычисления среднеарифметических значений и блок сравнения, тактовые входы которых подключены соответственно к пятому, шестому и седьмому выходам блока управления, при этом второй выход блока памяти соединен с вторым входом блока сравнения».

Авт. свид. № 1035832, заявка № 3249463/18-09, кл. Н04N 7/18, приор. от 12.02.81, опубл. 15.08.83.

Заявитель Грузинский политехнический институт им. В. И. Ленина

Авторы: Харатишвили Н. Г., Хунцария Д. М., Чхендзе И. М. и Модебадзе Ю. Ш.