

ТВ система передачи изображений с голограммическим накопителем информации

В. А. Бибиков, Л. Н. Вагин, С. П. Воробьев,
Э. С. Светлицкий

Известен ряд попыток применения телевидения для передачи голограммической информации [1,2], непосредственно самих голограмм с их микроструктурой. При реализации этих идей было встречено много трудностей, препятствующих их техническому воплощению на данном этапе развития ТВ техники. Поэтому представляется более выгодным построение ТВ системы, передающей информацию, уже восстановленную из голограммы и являющуюся изображением страницы документа. В этом случае требования к разрешающей способности ТВ системы на несколько порядков меньше. Такому способу передачи информации благоприятствует также тот факт, что объектом голографирования являются плоские страницы документов, не требующие запоминания информации об объеме. Целью настоящей работы явилось создание ТВ системы для передачи изображения, восстановленного из голограммы.

Схема использования телевизионной системы для вывода информации из голограммы показана на рис. 1. Изображение страницы документа восстанавливается из голограммы 1 лучом лазера 2. Объектив 3 переносит изображение 4 на мишень видикона передающей камеры 5. Усиленный видеосигнал по линии связи 6 поступает на приемное ТВ устройство 7, установленное на рабочем месте абонента. Страница документа отображается на экране кинескопа.

Внешний вид ТВ системы показан на рис. 2. Система состоит из передающей камеры 1, блока управления видиконом 2 и видеоконтрольного устройства (ВКУ) 3.

Основными отличительными особенностями созданной ТВ системы являются измененный формат кадра (3:4) и увеличенное количество строк разложения (1575).

Выбранное соотношение сторон кадра и число строк при чересстрочной системе разложения позволяет при умеренном увеличении полосы частот видеосигнала наиболее полно использовать полезную (рабочую) площадь светочувствительной мишени передающей трубки и экрана кинескопа при передаче страниц документов.

Верхняя граничная частота видеосигнала, определяющая необходимую полосу пропускания усиительного тракта, находится из выражения

$$f_{\text{гр}} = p \frac{KZ^2 n (1 - \beta)}{2(1 - \alpha)}, \quad (1)$$

где $p \approx 0,75$ — коэффициент, учитывающий контрастную чувствительность глаза; K — формат кадра (3:4); $Z = 1575$ — число строк разложения; $n = 50$ — число полей в секунду; $\beta = 0,08$ — коэффициент, учитывающий потерю элементов изображения во время обратного хода кадровой развертки; $\alpha = 0,18$ — коэффициент, учитываю-

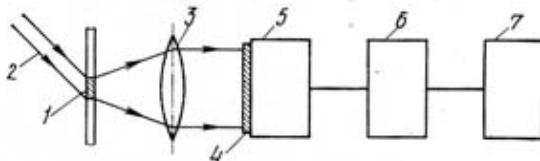


Рис. 1. Схема ТВ системы

щий потерю элементов изображения во время обратного хода строчной развертки.

Подставив эти значения в формулу (1), получим

$$f_{\text{гр}} = 21 \text{ МГц.}$$

Нижней граничной частотой является частота полей $f_n = 50 \text{ Гц}$.

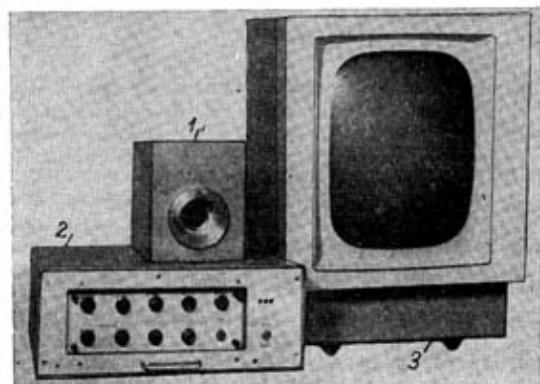


Рис. 2. Внешний вид ТВ системы

Электронная часть ТВ системы выполнена по традиционной схеме и скомпонована в трех блоках, соединенных кабелями. На рис. 3 показана структурная схема системы. В передающей камере размещены: видикон 1 с фокусирующе-отклоняющей системой, предварительный видеоусилитель 2 и формирователь гасящих импульсов 3 для видикона.

Для удобства согласования оптического изображения с направлением развертки в камере предусмотрено переключение направления строчной развертки. Предварительный видеоусилитель выполнен по схеме с простой противо-

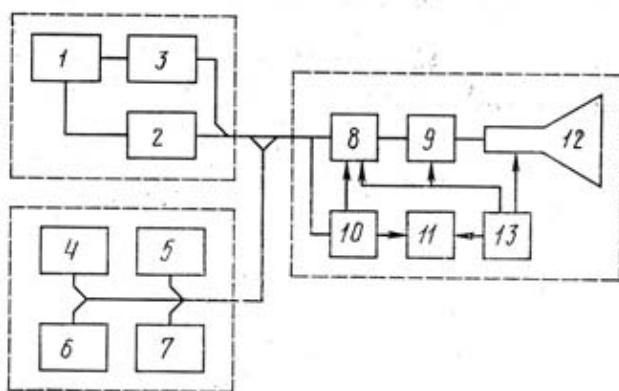


Рис. 3. Структурная схема ТВ системы

шумовой коррекцией с полевым транзистором в первом каскаде.

В блоке управления видиконом находятся стабилизированные источники питания 4 электродов видикона, генераторы разверток 5, стабилизатор фокусировки 6 и источники питания 7 разверток видикона с соответствующими органами управления.

В блоке ВКУ находятся промежуточный 8 и оконечный 9 видеоусилители, синхрогенератор 10, генератор развертки кинескопа 11, кинескоп 12 и источники питания 13.

Технические характеристики

Количество строк разложения	1575
Полоса пропускания видеоусилителя, МГц	21
Число воспроизведимых градаций яркости	8
Тип видикона	ЛИ418
Размер рабочего поля видикона, мм	15×20
Тип кинескопа	35ЛК4Б
Размер экрана кинескопа, мм	240×215
Частота кадров, Гц	25
На экране приемного устройства может воспроизводиться как негативное, так и позитивное изображение документа	

Экспериментальное исследование

Целью экспериментального исследования явилось определение максимальной емкости страницы текста, передаваемой ТВ системой. Известно, что конечная полоса пропускания ТВ канала и строчная структура кадра ограничивают разрешение передаваемой страницы документа и тем самым определяют максимальную емкость страницы.

Качество ТВ изображения принято оценивать по глубине модуляции сигнала от мелких деталей изображения, т. е. от деталей, размеры которых сравнимы с размерами развертывающего элемента.

Под глубиной модуляции сигнала от мелких деталей изображения M подразумевается отношение абсолютного значения сигнала от мелких деталей u_{MD} к сигналу от черно-белого перепада освещенности u , передаваемого трубкой изображения [3],

$$M = \frac{u_{MD}}{u} \cdot 100 \%. \quad (2)$$

Значение M определяется по стандартной методике с помощью передачи изображения специальной испытательной таблицы, содержащей группы штрихов различной ширины. В зависимости от соотношения размера развертывающего элемента передающей трубки и ширины штрихов глубина модуляции изменяется от своего максимального значения, когда диаметр пучка меньше ширины штрихов, до нулевого значения, когда диаметр пучка много больше двойной ширины передаваемых штрихов.

Схема измерения показана на рис. 4. Испытательная таблица 1 (мира № 5 от оптической скамьи ОСК-2 без матового стекла) освещалась параллельным пучком когерентного света гелий-неонового лазера. Изображение миры проецировалось объективом 2 на мишень 3 видикона. Сигнал с видикона, усиленный видеоусилителем 4, поступал на ВКУ 5 и осциллограф выделения строки (ОВС) 6. С помощью ВКУ на экране ОВС выделялась требуемая строка и измерялось значение глубины модуляции для данной группы штрихов. Размеры штрихов в мире изменялись от 40 до 160 мкм, что соответствовало пространственным частотам 12,5 и 3,1 лин/мм.

2*

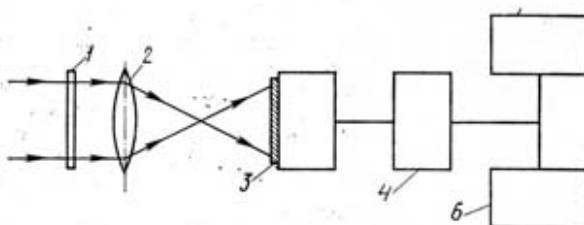


Рис. 4. Схема измерения глубины модуляции

Из графика зависимости глубины модуляции по строке от пространственной частоты (рис. 5) видно, что глубина модуляции монотонно уменьшается с увеличением пространственной частоты. На рис. 6 показана зависимость глубины модуляции от пространственной частоты по вертикальному направлению. График имеет характерный излом на частоте 9 лин/мм.

Характер показанных зависимостей остается неизменным и при освещении миры белым светом.

На втором этапе исследований в качестве транспаранта 1 (см. рис. 4) использовался кадр негативного микрофильма.

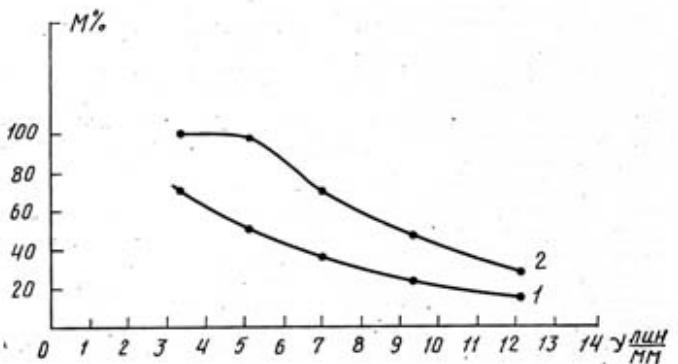


Рис. 5. График зависимости глубины модуляции от пространственной частоты вдоль строки:

1 — стандартный растр; 2 — растр, сжатый в два раза

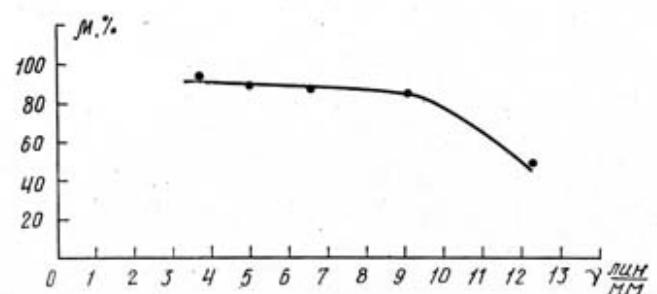


Рис. 6. График зависимости глубины модуляции от пространственной частоты по вертикальному направлению

Исследовались страницы текста, имеющие характеристики, типичные для большинства печатных документов. Меняя положение транспаранта относительно объектива, можно получить различный масштаб изображения на мишени видикона и сопоставить для каждого случая субъективную оценку качества изображения с объективными характеристиками ТВ системы: средней глубиной модуляции на буквах и количеством строк, укладывающихся на высоте букв. Анализ результатов экспериментов показал, что текст хорошо читается при $M=50\%$. Удовлетворительная читаемость наблюдается, когда $M=25\%$. При $M=15\%$ (на высоте буквы укладываются две строчки) текст практически не читается.

Максимальная емкость страницы документа N_{\max} для определенной глубины модуляции определялась из размера букв и характера размещения текста на странице. В случае хорошей читаемости $N_{\max}=9 \times 10^3$ знаков, для удовлетворительной читаемости $N_{\max}=3,5 \times 10^3$ знаков. Так как экспериментальные данные дают пропорциональную зависимость глубины модуляции от количества строк, укладывающихся на высоте буквы, т. е. от размера буквы, а емкость страницы растет пропорционально ее площади, для определения N_{\max} можно пользоваться приближенной формулой:

$$N_{\max} = K/M^2, \quad (3)$$

где K — коэффициент пропорциональности, равный $2,2 \times 10^6$; M — глубина модуляции в процентах.

Рассмотренная ТВ система позволяет передавать шрифт, типичный для большинства документов. Для передачи страниц с повышенным количеством знаков в ТВ системе предусмотрено считывание изображения по частям. Характерной особенностью этого режима является выделение требуемой части изображения электрическим способом, тогда так оптическая схема, формирующая изображение на мишени видикона, не меняется (электронное масштабирование).

Изображение страницы документа проецируется на мишень видикона так же, как и обычно, т. е. на всю рабочую площадь мишени. Для считывания части страницы уменьшают размер ТВ раstra и изменяют его положение на мишени видикона с помощью специальных регулировок, расположенных на блоке управления видиконом. В результате на всем экране приемного ТВ устройства отображается часть страницы документа.

Степень сжатия раstra по вертикали ограничивается конечным размером электронного пучка. При сжатии раstra соседние траектории пучка будут налагаться друг на друга, что приведет к ухудшению разрешения изображения. При сжатии раstra по горизонтали разрешение изображения увеличивается вследствие уменьшения скорости движения луча по строке. Почти для всех частот глубина модуляции увеличилась в два раза.

Заключение

1. Сформулированы требования к характеристикам ТВ системы для передачи знаково-буквенной информации, восстановленной из голограмм.

2. Экспериментально выявлена связь между глубиной модуляции сигнала от букв, количеством строк, укладывающихся на высоте буквы, и максимальной емкостью страницы документа. Удовлетворительная читаемость изображения на экране кинескопа существует при глубине модуляции 25 %, что соответствует четырем строкам, укладывающимся на высоте буквы. Максимальная емкость в этом случае равна $3,5 \times 10^3$ знаков.

3. Для передачи документов с повышенной емкостью (до 8×10^3 знаков) применено считывание страницы по частям с одновременным увеличением фрагмента электрическим способом.

ТВ система может найти применение для дистанционного вывода информации из голографического банка данных при использовании его в качестве накопителя изображений, необходимых для проведения вещательных ТВ передач; в учебном процессе, а также в других случаях, где требуется быстрый вывод документальной информации на рабочее место пользователя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гуревич С. Б., Гаврилов Г. А., Черных Д. Ф. Параметры разложения телевизионных голографических систем. — Техника кино и телевидения, 1969, № 1, с. 54—60.

2. Требования к голографической системе трехмерного телевидения / Е. Лейт, Ю. Упатники и др. — Зарубежная радиоэлектроника, 1966, № 5, с. 3—11.

3. Гдалин В. С. Измерение параметров телевизионных передающих и приемных трубок. — М.: Сов. радио, 1978.