

МНОГОПУЧКОВЫЕ ЭЛП

СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ ВЫСОКОГО КАЧЕСТВА

Н. Румянцев, О. Сатановская

Бортовые устройства на основе электронно-лучевых приборов (ЭЛП) - одни из самых распространенных авиационных индикаторов, поскольку только они удовлетворяют практически всем климатическим и механическим требованиям при обеспечении необходимых светотехнических параметров. В ряде случаев от таких индикаторов помимо векторной росписи информации требуется работа в режиме телевизионной развертки, чего современные однопучковые ЭЛП, особенно при высоких уровнях внешней освещенности (до 75000 лк), обеспечить не могут. Как показали исследования ученых НИИ "Платан", задача может быть решена лишь с помощью ЭЛП с многопучковой электронно-оптической системой, которая содержит общий катод, а также фокусирующее и отклоняющее устройства.

Для качественного отображения знаков и векторов при воспроизведении первичной радиолокационной информации на экране ЭЛП растровым методом необходимо иметь 1000–2000 строк ТВ-растра при частоте повторения кадров 50 Гц. В однопучковом варианте при 1024-строчном растре скорость движения пятна по экрану должна быть не менее 16 мм/мкс, т.е. в пять раз больше, чем в обычном ЭЛП. В этом случае яркость сфокусированной линии при разрешении, присущем однопучковым трубкам, не превышала бы 120 кд/м². Увеличить яркость за счет повышения рабочего тока, не представляется возможным, поскольку не будут обеспечены требуемые разрешающая способность и долговечность ЭЛП.

Задача увеличения яркости свечения экрана, контраста, разрешающей способности при растровом воспроизведении информации решена в комплексированном ЭЛП с диагональю экрана 31 см. В такой комплексированный прибор входят три функциональных элемента: ЭЛТ с четырехпучковой электронно-оптической системой (ЭОС), электромагнитная отклоняющая система и контрастный антибликовый светофильтр. В трубке каждым из четырех электронных пучков, эмиттируемых общим катодом, управляют электрически несвязанные модуляторы (рис. 1). Разработаны два конструктивных варианта прожектора: для однопучкового и многопучкового ЭЛП, отличающиеся модуляторными узлами и количеством каналов в прожекторе. При создании конструкции многопучкового прибора после сборки (штабиковки) в модуляторной диафрагме прожектора проре-

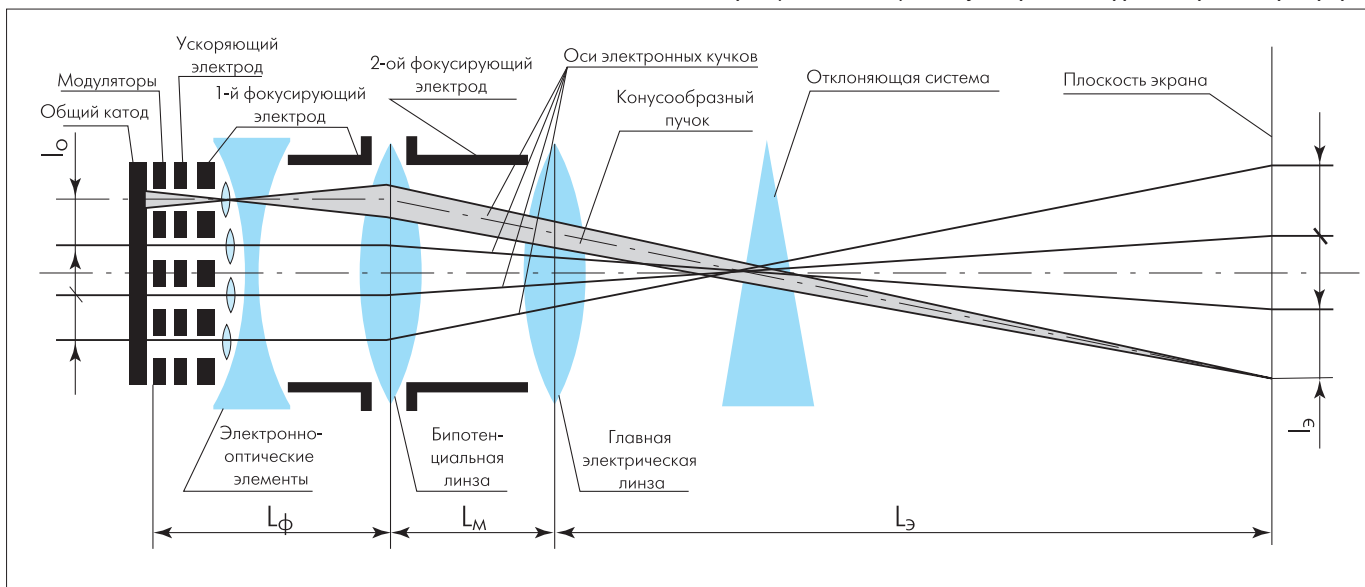


Рис. 1. Принципиальная схема четырехпучковой ЭОС при потенциале экрана 18 кВ и ширине линии 0,16 мм $L_\phi = 6$ мм, $L_M = 42$ мм и $L_\Sigma = 225$ мм



заются разделительные пазы шириной 0,03–0,06 мм и отдельные осесимметричные каналы с взаимнопараллельными осями. Отверстия модуляторов диаметром 0,4 мм расположены на одной прямой с шагом 0,55 мм.

Расстояние между катодом и модулятором равно 0,1 мм, между модулятором и ускоряющим электродом – 0,5 мм. В таком прожиге при напряжении на ускоряющем электроде 500–800 В значение запирающего напряжения лежит в диапазоне 50–80 В.

Необходимые яркость свечения экрана и разрешение, обеспечивает объект-формирующая система (ОФС), выполненная на основе тетродного иммерсионного объектива. Оси пучков на участке ОФС параллельны, отстоят друг от друга на расстоянии l_0 и симметричны оси ЭОС (см. рис. 1). Каждый пучок на выходе ОФС представляет собой конус расходящихся лучей, сводимых общей фокусирующей системой в пятно минимального размера. При этом ось каждого пучка, преломляемая фокусирующей системой, проходит через ее второй фокус, т.е. в этом фокусе оси всех четырех пучков пересекаются. Изображение на экране формируется в результате перекрытия четырех сфокусированных пучков.

Поскольку оси пучков до входа в фокусирующее поле параллельны оси фокусирующей системы, в центре экрана расстояние l_3 между сфокусированными пучками равно $l_3 = l_0 \cdot M_S$, где M_S – коэффициент линейного увеличения фокусирующей системы. Разместив отклоняющую систему так, чтобы центр отклонения находился как можно ближе к точке пересечения осей пучков, т.е. к второму фокусу, можно получить одинаковые выписываемые пучками растры, смещенные друг относительно друга на l_3 . Требуемое значение M_S получают для потенциала на втором фокусирующем электроде, равном 3 кВ.

Форма матрицы пятен на экране трубки повторяет форму матрицы отверстий в модуляторе, и корректировать ее на экране практически нельзя. Для изменения расстояния l_3 в ЭОС введен электронно-оптический элемент, позволяющий варьировать расстояние l_0 (так называемая сложная бипотенциальная линза) [1]. Подбирая режим работы такой линзы, можно фокусировать отдельные конусообразные пучки при одновременном управлении рассеивающим действием на осевые траектории и тем самым изменять расстояние l_3 [2].

Зависимость l_3 от напряжения на первом фокусирующем электроде показана на рис. 2.

В качестве электростатической фокусирующей системы выбрана бипотенциальная линза с низковольтным электродом, выполненным из штампованных деталей, с внутренним диаметром рабочей части 17 мм и высоковольтным электродом, представляющим собой проводящее покрытие на внутренней поверхности горловины вакуумной оболочки диаметром 25 мм.

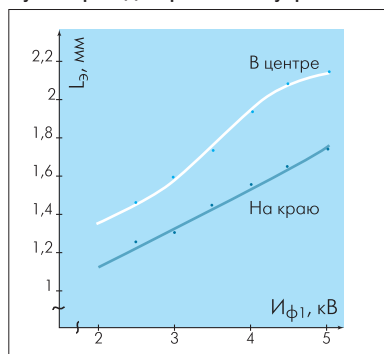


Рис. 2. Зависимость расстояния между светящимися пятнами в центре и на краю экрана от напряжения на первом фокусирующем электроде

Второй функциональный элемент комплексированного ЭЛП – отклоняющая система типа седло–седло, позволяющая получить геометрические искажения 10% и чувствительность к отклонению по горизонтали 20 мм/А и по вертикали 45 мм/А.

Третий элемент – встроенный в экран антибликовый контрастный светофильтр [3]. При работе ЭЛП со встроенным светофильт-

ром такого типа в ТВ-режиме выполняется требование наблюдаемости не менее пяти градаций яркости с внешней подсветкой и восьми градаций без внешней подсветки. Кроме того, применение фильтра позволяет получить ослабление напряженности электростатического поля не менее 98%. Средний коэффициент ослабления напряженности переменного электростатического поля составляет не менее 94% в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц и 60% в диапазоне 2 кГц – 400 кГц.

Разработанный ЭЛП выдерживает синусоидальные вибрации в диапазоне 1–2000 Гц с ускорением 5 г, механические удары одиночного действия с ускорением 20 г, многократные удары с ускорением 15 г. Он работает в диапазоне температур от –60 до +85°C, при влажности 98% (при температуре 35°C) и пониженном давлении до 666 Па (5 мм.рт.ст.). Варианты исполнения прибора и их квалификационные параметры приведены в таблице.

Квалификационные параметры разработанных ЭЛП

Тип ЭЛП	Исполнение	Ширина линии, мм		Масса, макс., кг	Яркость свечения одной линии, кд/м
		в центре	на краю		
31ЛМ16И	Многопучковый с фильтром и ОС	0,16	0,19	4,5	600
31ЛМ16И-1	Многопучковый с фильтром	0,16	0,19	4,0	600
31ЛМ16И-2	Многопучковый	0,15	0,18	3,5	3000
31ЛМ16И-3	Однопучковый с фильтром и ОС	0,16	0,19	4,5	600
31ЛМ16И-4	Однопучковый с фильтром	0,16	0,19	4,0	600
31ЛМ16И-5	Однопучковый	0,15	0,18	3,5	3000

Разработанные ЭЛП предназначены для применения в бортовых системах летательных аппаратов и командных пунктах, расположенных на железнодорожных платформах и шасси колесных и гусеничных вездеходов. Сейчас ведутся работы по созданию цветного устройства с использованием ЖК-клапана с нейтральным и цветными поляроидными фильтрами в сочетании со специальным спектророзональным люминофором [4]. Цветное изображение в таком приборе формируется на экране “черно-белого” ЭЛП с люминофором, излучающим в трех основных RGB-цветах. Частота кадров – 150 Гц (по 50 Гц каждого из цветов). Покадровую информацию каждого цвета выделяет ЖК-клапан.

ЛИТЕРАТУРА

1. А.с.1184395. Многопучковый электронно-лучевой прибор./Румянцев Н.Г.
2. Румянцев Н.Г., Сатановская О.П. Разработка многопучковой ЭОС для индикаторного МЭЛП сверхвысокого разрешения с диаметром экрана 60 см. Технический отчет, 1989, № 1893–127.
3. Корницкий Е.У., Попов Ю.Н. Интерференционный антибликовый защитный фильтр для мониторов персональных компьютеров. - М.: Прикладная экономика, 1992, №21.
4. Бобылев Ю.П. ЖК-модуляторы и П-ячейка для стереотелевидения и цветных дисплеев. -М.: Информатика. Сер. Средства отображения информации, 1993, вып.2, с.35.

Отечественная электроника потеряла одного из ведущих специалистов в области электронной оптики и электронно-лучевых приборов, сотрудника НИИ “Платан” Николая Григорьевича Румянцева, кандидата технических наук, лауреата Государственной премии, Изобретателя СССР, автора более 100 научных публикаций и изобретений. Память о нем останется с нами, а оставленные им творческие идеи и планы несомненно будут реализованы.

Сотрудники НИИ “Платан”