

жения, принципиально отличающихся от обычных фотографических методов, основанных на применении галоидно-серебряных желатиновых слоев. Среди новых фотографических процессов весьма перспективен электрографический метод получения рельефных изображений на термопластических пленках. Сложная химическая обработка галоидно-серебряных желатиновых слоев заменяется в электрографии простым электростатическим взаимодействием («сухое» проявление).

В связи с использованием устройства «Карат» нами были поставлены эксперименты и получены вполне удовлетворительные результаты относительно возможности записи изображений на 35-миллиметровую пленку, покрытую термопластиком (аппаратура и термопластическая пленка были любезно предоставлены И. М. Почерняевым). Время экспонирования светового пятна, строящего изображение, составило  $\sim 1$  мкс, яркость светового пятна на экране ЭЛТ высокого разрешения  $\sim 0,3-0,5$  мВт. При этом на термопластической пленке получались рельефные изображения как буквенно-цифровой, так и графической информации с разрешающей способностью не хуже 60—80 лин/мм.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. В. С. Авдеев, С. Т. Васьков, Г. М. Мамонтов, Ю. В. Обидин, А. К. Поташников, С. Е. Ткач. «Карат» — устройство вывода графической и буквенно-цифровой информации из ЭВМ на микрофильм. — «Автоматрия», 1976, № 1.
2. А. К. Поташников. К расчету освещенности кинопленки в микрофильмирующем устройстве. — В кн.: Средства ввода и отображения графической информации. Новосибирск, Изд. ИАиЭ СО АН СССР, 1974.
3. Фотолиграфия и оптика. Под ред. Я. А. Федотова и Г. Поля. М., «Сов. радио», 1974.
4. Ю. Н. Гороховский, В. П. Баранова. Свойства черно-белых фотографических пленок. М., «Наука», 1970.

*Поступила в редакцию 19 июня 1975 г.*

УДК 681.327.12 : 681.327.67

**Г. М. МАМОНТОВ, А. К. ПОТАШНИКОВ, В. Н. ШАВРОВ**

*(Новосибирск)*

### **ЭКРАННЫЙ ПУЛЬТ НА ЗАПОМИНАЮЩЕЙ ЭЛТ**

В работе [1] приведено описание устройства микрофильмирования, в котором для визуального контроля за выводимой из ЭВМ на микрофильм информацией используется экранный пульт (ЭП) на запоминающей электронно-лучевой трубке (ЗЭЛТ). ЭП работает синхронно с устройством микрофильмирования. Информация, поступающая на микрофильм, одновременно отображается на экране ЗЭЛТ. Стирание изображения происходит либо автоматически (по команде от ЭВМ), либо с помощью оператора. Предусмотрен также режим работы ЭП без микрофильмирования. В этом случае ЭП работает автономно и может быть использован как оперативный быстродействующий визуальный индикатор, позволяющий редактировать или модифицировать программы ЭВМ, осуществлять математическое моделирование различных процессов и т. д.

Использование для этой цели экранных пультов на обычных ЭЛТ требует включения в состав аппаратуры дополнительных устройств (ми-

ни-ЭВМ, регенеративной памяти), что делает их дорогостоящими. Объем информации, который можно вывести на экран обычной ЭЛТ и регенерировать с частотой 25 Гц, ограничен быстродействием системы, составляющим 1—2 мкс на точку.

При использовании экранного пульта на ЗЭЛТ цифровое описание изображения передается к устройству один раз (при этом допустим как медленный, так и быстрый ритм передачи данных); полученное изображение запоминается, а ЭВМ свободна и может быть использована для выполнения других операций.

В настоящей работе рассмотрены структура и взаимодействие основных узлов экранного пульта на ЗЭЛТ, разработанного в СКБ НИИ СО АН СССР.

На рис. 1 представлена структурная схема ЭП, который состоит из ЗЭЛТ с электромагнитной системой фокусировки и отклонения электронного пучка, координатных усилителей отклонения, блока высоковольтных напряжений, формирователя сигналов подсвета, генератора подстирания и общего блока питания.

Устройство работает следующим образом. Аналоговые сигналы, поступающие на входы усилителей «X» и «Y», преобразуются в отклоняющие токи. Магнитное поле отклоняющей катушки выводит электронный пучок записывающего прожектора в определенную позицию на экране ЗЭЛТ. На вход формирователя импульса подсвета подается управляющий сигнал, записывающий прожектор открывается, световое пятно высвечивается и запоминается. Этот процесс повторяется до тех пор, пока изображение не будет записано на экране ЗЭЛТ. В необходимый момент импульсом «Стирание» все изображение на экране ЗЭЛТ стирается и устройство готово для новой записи и запоминания.

Рассмотрим подробно устройство ЗЭЛТ и режимы ее работы. В экранном пульте используется бистабильная ЗЭЛТ [2, 3]. Бистабильная ЗЭЛТ отличается от обычной ЭЛТ тем, что, кроме прожектора, формирующего сфокусированный пучок электронов (записывающий прожектор), в трубке имеется узел памяти и прожектор, создающий широкий расфокусированный пучок «медленных» электронов (воспроизводящий прожектор). Воспроизводящий прожектор совместно с коллимирующими линзами преобразует расходящийся пучок «медленных» электронов в пучок, параллельный оси прибора.

**Подготовка к записи.** Записывающий прожектор закрыт, воспроизводящий — открыт. Перед записью потенциал диэлектрика имеет нулевое значение. Непрерывнодействующий воспроизводящий пучок поддерживает это значение. Ионный засев устраняет случайные смещения потенциала диэлектрика в сторону отрицательных значений. Нулевой потенциал мишени для «медленных» электронов является запирающим, поэтому электроны воспроизводящего пучка не проходят на люминесцентный экран «Э» и экран не светится. На самом деле потенциал диэлектрика немного выше нуля. Это приводит к появлению фоновой засветки, которая понижает контраст изображения на экране ЗЭЛТ. Нами был использован метод подстирания. Он заключается в том, что на подложку мишени нагружается генератор положительных импульсов большой скважности (амплитуда импульсов 6—12 В, длительность 1—2 мкс, частота повторения 1—10 кГц). Положительные импульсы понижают потенциал диэлектрика до нуля, что практически полностью ликвидирует фоновую засветку экрана.

**Запись.** Записывающий прожектор открыт, электроны пучка в области мишени обладают энергией до 6 кэВ. Так как плотность тока записывающего пучка значительно превышает плотность тока воспроизводящего, потенциал диэлектрика в местах, на которые действовал записывающий пучок, повышается. Если потенциал диэлектрика в этих местах становится больше критического, то воспроизводящий пучок также

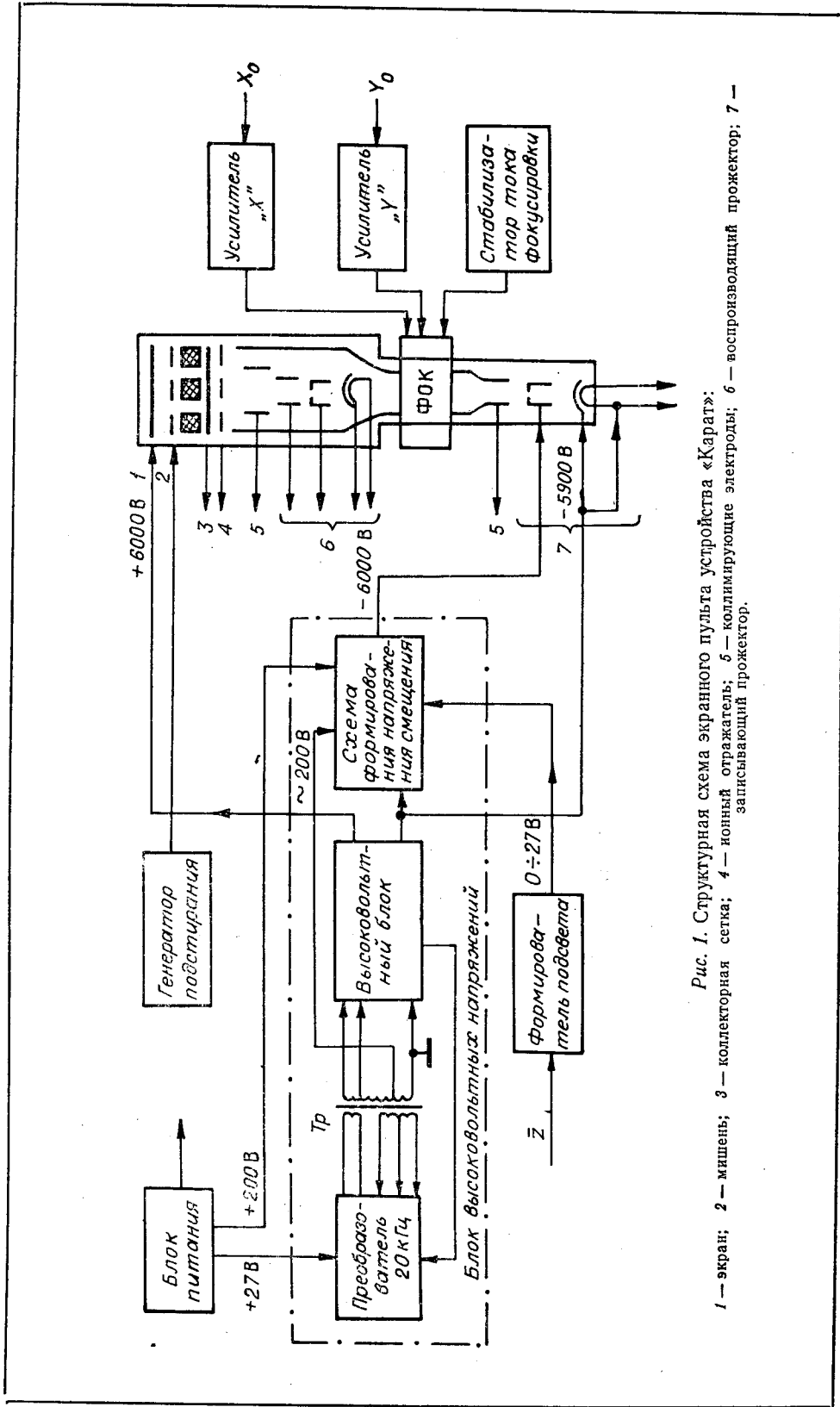


Рис. 1. Структурная схема экранного пульта устройства «Карат»:  
 1 — экран; 2 — мишень; 3 — коллекторная сетка; 4 — нонней отражатели; 5 — коллимирующие электроды; 6 — воспроизводящий прожектор; 7 —  
 записывающий прожектор.

начинает повышать потенциал диэлектрика, приводя его к верхнему стабильному уровню, определяемому потенциалом коллекторной сетки 100—150 В. Созданный таким образом потенциальный рельеф поддерживается воспроизводящим пучком сколь угодно долго.

**Воспроизведение.** Потенциал диэлектрика в местах, на которые действовал записывающий электронный пучок, повышается до 100—150 В. В этих местах воспроизводящий пучок начинает проходить на люминофор экрана ЗЭЛТ и вызывать его свечение. На экране ЗЭЛТ создается как бы проекция потенциального рельефа, записанного на мишени.

**Стирание.** Стирание изображения производится снижением потенциала коллекторной сетки до значения, меньшего, чем критическое. При этом воспроизводящий пучок приводит потенциал записанных участков к нулевому уровню.

**Осциллографический режим.** Воспроизводящий прожектор заперт. Электронный пучок записывающего прожектора по командам из ЭВМ строит изображение на люминесцентном экране ЗЭЛТ без запоминания. В этом случае ЗЭЛТ подобна обычной ЭЛТ.

**Фокусирующе-отклоняющий комплекс (ФОК).** Разработанный ФОК для ЗЭЛТ состоит из фокусирующей и отклоняющей катушек. Фокусирующая катушка представляет собой короткую осесимметричную магнитную линзу. Катушка отклоняющая седлообразного типа с внешним магнитопроводом из феррита 1000 НМ. Обмотки катушки секционированы.

**Блок высоковольтных напряжений.** Применение данного типа ЗЭЛТ требует для своего питания набора высоких напряжений —5900, —6000, +6000 В (см. рис. 1), причем разностное напряжение катод — модулятор записывающего прожектора нужно поддерживать с высокой степенью точности.

Стабилизатор высоковольтных напряжений выполнен по общепринятой схеме. Представляет интерес лишь стабилизация разностного напряжения катод — модулятор.

Качество записи информации на мишень ЗЭЛТ во многом определяется величиной тока записывающего луча, который, в свою очередь, определяется выражением

$$I_k = k \left( \frac{U_m}{U_{m0}} \right)^\gamma |U_{m0}|^{3/2},$$

где  $U_m = U - U_{m0}$  — напряжение модуляции;  $U_{m0}$  — запирающее напряжение (напряжение модулятора), при котором ток катода становится равным нулю;  $U$  — напряжение катод — модулятор;  $k = 2,3 \div 3$ ,  $\gamma = 2,5 \div 3,5$ .

Как видно из выражения, стабильность тока записывающего луча зависит от двух параметров  $U_m$  и  $U_{m0}$ . Обеспечить стабильность управляющего напряжения не представляет затруднений. Основные трудности вызывает стабилизация напряжения катод — модулятор, так как необходимо поддерживать 6000 В с высокой степенью стабильности (лучше 0,001) для того, чтобы уровень записи оставался постоянным. Отклонение величины напряжения от номинального значения приводит к самопроизвольному открыванию записывающего прожектора или же к потере информации. Применение специальной схемы формирования напряжения смещения позволяет получить необходимую стабильность напряжения катод — модулятор  $U$  и малую величину пульсаций напряжения смещения, равную 10 мВ амплитудного значения.

Для получения сигнала «Подсвет» и напряжения смещения используется формирователь, представленный на рис. 2. Сигнал записи из блока «Управление пятном» устройства «Карат» поступает на схему формирователя сигнала «Подсвет», которая вырабатывает положительный потенциал, поступающий на схему формирования напряжения смещения (левая обкладка конденсатора С2).

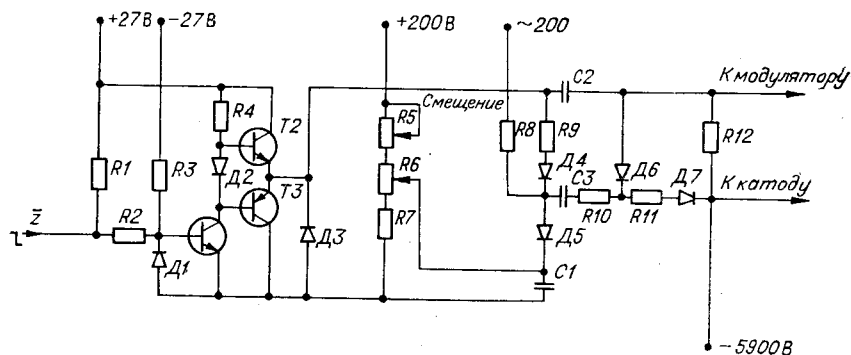


Рис. 2. Схема управления записью ЗЭЛТ.

В момент включения высокого напряжения конденсатор  $C3$  заряжается до величины потенциала катода записывающего прожектора, равной  $-5900$  В, при условии, что потенциал левой обкладки конденсатора  $C3$  равен нулю. Динамический стабилизатор напряжения, выполненный на конденсаторе  $C1$  и резисторах  $R5...R7$ , позволяет на левой обкладке конденсатора  $C3$  установить значение потенциала в пределах  $50 \div 150$  В. Предположим, что установлено напряжение  $100$  В. Проследим, как образуется запирающее напряжение на модуляторе в отсутствие сигнала «Подсвет». Положительный полупериод напряжения  $200$  В обмотки трансформатора  $Tr1$  открывает диод  $D5$ . Потенциал левой обкладки конденсатора  $C3$  принимает значение  $+100$  В, происходит перезарядка емкости, после чего потенциал правой ее обкладки становится равным  $-6000$  В. Диод  $D7$  закрывается, напряжение  $-6000$  В заряжает конденсатор  $C2$  и подается на модулятор записывающего прожектора. Отрицательная полуволна напряжения с трансформатора  $Tr1$  открывает диод  $D1$  и через диод  $D3$  проходит на корпус. Таким образом, изменение напряжения на катоде не приводит к изменению разностного напряжения катод — модулятор, а лишь к синхронному смещению потенциала модулятора.

При наличии импульса «Подсвет» с амплитудой  $+27$  В перезаряд емкости  $C3$  происходит при напряжении левой обкладки  $+73$  В, правая обкладка при этом принимает значение напряжения  $-5973$  В. Следовательно, при закрытом диоде  $D7$  потенциал модулятора становится на  $27$  В выше ранее установленного напряжения, открывается записывающий прожектор, происходит запись информации на мишень. Полутоновая запись на трубках данного типа не предусмотрена, и поэтому величина напряжения импульса подсвета может принимать значения  $0$  или  $+27$  В.

В заключение перечислим основные технические характеристики ЭП: рабочее поле ЗЭЛТ  $208 \times 156$  мм; минимальная ширина линии на любом участке рабочего поля ЗЭЛТ  $0,3-0,4$  мм; скорость записи  $0,2$  мкс/точку; максимальное время запоминания не менее  $1800$  с; контрастность изображения на экране ЗЭЛТ  $1:4$ ; яркость  $4 \div 5$  кд/м<sup>2</sup>; время стирания изображения  $0,4-0,5$  с.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. В. С. Авдеев, С. Т. Васьков, Г. М. Мамонтов, Ю. В. Обидин, А. К. Поташников, С. Е. Ткач. «Карат» — устройство вывода графической и буквенно-цифровой информации из ЭВМ на микрофильм. — «Автометрия», 1976, № 1.

2. С. В. Денбновский, Г. Ф. Семенов. Запоминающие электронно-лучевые трубки в устройствах обработки информации. М., «Сов. радио», 1973.
3. В. М. Кондратенков, Г. С. Котовщиков. Запоминающие трубки с видимым изображением. М., «Сов. радио», 1970.

Поступила в редакцию 20 июня 1975г.

УДК 681.3 : 52 : 62—52 : 528 : 529 : 531.6

**В. М. АЛЕКСАНДРОВ, Г. И. ГРОМИЛИН, И. С. КАРЛСОН, Н. Н. КАРЛСОН,  
Л. Б. КАСТОРСКИЙ, С. А. КУЗНЕЦОВ, В. И. ЛИТВИНЦЕВ, М. М. ЛЯПУНОВ,  
Н. Н. ПОКРОВСКИЙ**

(Новосибирск)

### **«ПЛАНШЕТ» — УСТРОЙСТВО ВВОДА — ВЫВОДА ГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ**

Автоматизация научных исследований, проектирования и конструирования требует постоянного совершенствования средств ввода и вывода из ЭВМ графической информации. В настоящей работе рассматривается устройство, совмещающее функции графопостроителя и кодировщика. Применение оптимального по быстродействию алгоритма движения по прямым и кривым линиям позволило достигнуть скорости вычерчивания до 1 м/с при точности 50 мкм.

Блок-схема устройства показана на рис. 1. Управляющая информация из ЭВМ поступает в процессор, который организует различные режимы кодирования и совместно с интерполятором готовит задающие воздействия для блока слежения. Блок слежения непосредственно управляет приводными электродвигателями механизма. Сигналы обратной связи вырабатываются датчиками положения, связанными со считывающим или пишущим узлом.

1. **Конструкция механической части.** При проектировании устройства ставились следующие задачи:

1. Минимизировать массы и моменты инерции подвижных частей.
2. Обеспечить точность движения пишущего узла не ниже 50 мкм.
3. Сделать устройство обратимым, т. е. иметь возможность заменять пишущий узел на считывающий и перемещать его вручную, не затрачивая больших усилий.

С учетом этих требований был разработан механизм, основанный на применении гибких связей (тросиков) для передачи движения [1]. На рис. 2 приведена кинематическая схема механизма. Направляющие 1—4 расположены по краям планшета 5. По направляющим движутся каретки 6—9 со шкивами 10 и 11. Головка 12 с пишущим или считывающим узлом перемещается по планшету 5. На ней жестко закреплены

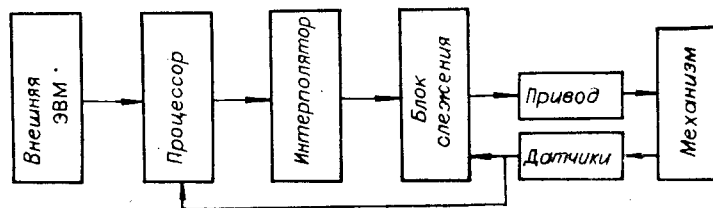


Рис. 1.