*Записки Ленинградского ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова т. LXII, вып. 1, 1972 г.*

# УСТРОЙСТВО ОТОБРАЖЕНИЯ ГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ИЗ ЭВМ

*А. Д. Школьников, В. А. Вуль, В. М. Омелин*

Одним из недостатков существующей практики использования ЭВМ для обработки геологических данных является отсутствие устройств вывода информации в графической форме. Можно выделить две основные функции устройств графического вывода: 1) закрепление конечных результатов вычислений (документирование); 2) отображение информации с целью оперативной оценки результатов предшествующего этапа итерации при решении задач методом подбора. Эти функции определяют технические параметры устройства: в первом случае определяющим является точность графических построений, во втором — быстродействие.

В настоящей работе описывается устройство отображения для системы обработки геологической информации разрешающее оперативный вывод информации на экран и документирование. Решение этих задач в одном устройстве технически трудно, поэтому обычно используют узкоспециализированные устройства графического вывода.

В состав устройства входит интерполятор, блок управления электрооптической системой, электрооптическая система с источником света, экраном, фотокамерой и схема управления. Изображение выводится на экран с помощью светового луча лазера, управляемого электрооптической системой отклонения. Состояние электрооптической системы определяется управляющими сигналами, которые формируются блоком управления в соответствии с информацией, поступающей из ЭВМ. Включение интерполятора в состав канала вывода позволяет сократить объем памяти ЭВМ, необходимой для размещения описания изображения и повысить скорость вывода. Схема управления синхронизирует работу отдельных узлов устройства и обмен информацией с ЭВМ.

В этом устройстве использован линейный интерполятор, работающий по методу оценочной функции [4]. По результатам экспериментальной проверки такой интерполятор позволяет получить сжатие информации в 5—6 раз. Для этого проводится кусочно-линейная аппроксимация контуров изображения, подлежащих выводу из ЭВМ, а на устройство вывода подается информация, необходимая для построения в отдельном интервале аппроксимации.

Траектория луча при построении прямой в заданном интервале разбивается на последовательность единичных перемещений в направлении

одной из координатных осей. Выбор координатной оси определяется значением оценочной функции.

На рис. 1 через $x_к$, $y_к$ обозначены координаты конца отстраиваемого отрезка, а $x_е$, $y_е$ — текущие координаты траектории светового луча после

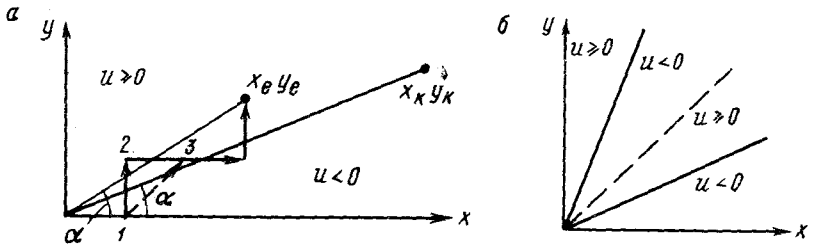



Рис. 1. Принцип действия интерполятора

$i$-го шага по оси $x$ и $j$-го — по оси $y$. Значение оценочной функции $u_{ij}$ в точке определяется выражением

$$u_{ij} = \operatorname{tg}\alpha' - \operatorname{tg}\alpha.$$

Подставив сюда значение

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{y_к}{x_к} \text{ и } \operatorname{tg}\alpha' = \frac{y_е}{x_е},$$

получаем

$$u_{ij} = y_j x_к - x_i y_к.$$

Направление следующего шага определяется знаком оценочной функции. Если области положительных и отрицательных значений этой функции выбраны согласно рис. 1, при $u \geqslant 0$ очередной шаг делается по оси $x$ и величина абсциссы примет значение $x_{i+1} = x_i + 1$, а новое значение оценочной функции

$$u_{i+1,\,j} = y_j x_к - x_{i+1} y_к = y_j x_к - (x_i + 1)\, y_к = u_{ij} - y_к.$$

При $u < 0$ очередной шаг делается по оси $y$, при этом

$$y_{j+1} = y_j + 1;$$

$$u_{i,\,j+1} = y_{j+1} x_к - x_i y_к = (y_j + 1)\, x_к - x_i y_к =$$

$$= y_j x_к + x_к - x_i y_к = u_{ij} + x_к.$$

Таким образом, при совмещении начала координат с началом отрезка для вычисления траектории луча в процессе построения этого отрезка необходимо задать только величины $\Delta x$ и $\Delta y$. Начальное значение оценочной функции принимается равным нулю.

В целях увеличения быстродействия интерполятора и повышения точности построения можно модифицировать указанный выше алгоритм: при некотором значении функции $u$ очередное перемещение осуществлять сразу по двум осям. Например, при $u < 0$ очередной шаг производится одновременно по осям $x$ и $y$, т. е. из положения *1* луч перейдет сразу в точку *3*, минуя положение *2*. Тогда при $u_{ij} \geqslant 0$ $x_{i+1} = x_i + 1$

$$u_{i+1,\,j} = u_{ij} - y_к,$$

а при $u < 0$

$$x_{i+1} = x_i + 1;\ y_{j+1} = y_j + 1;$$

$$u_{i+1,\,j+1} = u_{ij} - y_к + x_к. \qquad (1)$$

При $x_к < y_к$ разность $x_к - y_к < 0$ и в выражении (1) знак $u$ не изменится, в результате чего вычисляемая траектория будет расходиться с действительной. Следовательно, область действия принятого алгоритма ограничивается условием $x_к \geqslant y_к$, т. е. первым полуквадрантом. Второй полуквадрант разбивается на две части, а оценочная функция в нем вычисляется следующим образом:

при $u < 0$ очередной шаг делается по оси $y$ и

$$u_{i,\,j+1} = u_{ij} + x_к,$$

при $u \geqslant 0$ шаг делается по обеим осям и

$$u_{i+1,\,j+1} = u_{ij} + x_к - y_к.$$

В интерполяторе (рис. 2) реализуется модифицированный алгоритм. В состав интерполятора входят: *1* — счетчик $\Delta x$ и *7* — счетчик $\Delta y$, *2* — регистр $x$ и *6* — регистр $y$, сумматор *4* и две группы вентилей *3* и *5*. В счетчики и регистры перед обработкой каждого интервала заносятся из ЭВМ в параллельном коде величины $\Delta X$ и $\Delta Y$. Значение оценочной функции вычисляется в сумматоре, а знак ее анализируется схемой определения знака *8*. Очередной тактовый импульс с выхода генератора импульсов *9* через схему *8* проходит в соответствии со знаком оценочной функции на выходы $X$ и $Y$. По этому же импульсу через группу вентилей *3* и *6* содержимое регистров переносится в сумматор, где вычисляется последующее значение $u$. Настройка схемы на обработку отрезка в верхнем или нижнем полуквадранте производится по специальному признаку, поступающему из ЭВМ по *Вх. 2*. Формировать этот признак можно автоматически в самом интерполяторе. Для этого следует ввести схему сравнения $\Delta X$ и $\Delta Y$ и выбора максимального числа (см. рис. 2, пунктир).

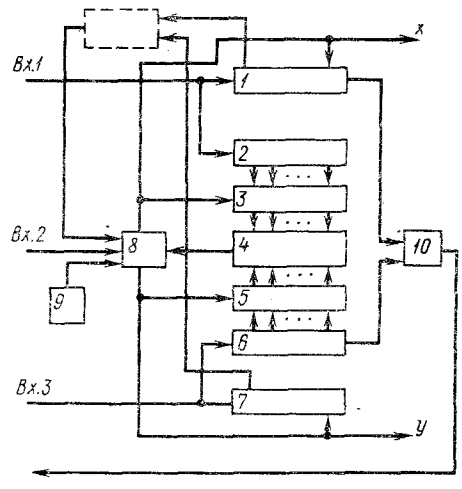



Рис. 2. Блок-схема интерполятора, реализующего модифицированный алгоритм

Таким образом, на выходе интерполятора появляется унитарный код очередного интервала контура изображения. Этот код поступает в блок управления, где используется для формирования кодов текущих координат светового луча на экране. В состав блока управления входят (рис. 3) два 10-разрядных реверсивных счетчика *1* и *2*, преобразователь кодов *3* и схема формирования высоковольтных импульсов *4*.

Позиция отдельной точки или начала контура задается подачей начальных координат в счетчики непосредственно из ЭВМ. Коды из интер-

полятора для каждой координаты в зависимости от знака приращения складываются с содержимым счетчиков или вычитаются из него.

Приведенная структурная схема с интерполятором позволяет повысить скорость обработки информации до 100 *кгц* и более, что обусловливает целесообразность электрооптической системы отображения. Такая система может принципиально обеспечить скорость отображения до нескольких мегагерц [1, 2]. Ограничивает скорость необходимость сравнительно мощных формирователей высоковольтных импульсов, размах которых при использовании электрооптических переключателей на основе КДР составляет около 4 *кв*. Более активные оптически материалы (ДКДР) разрешат уменьшить эту величину более чем в два раза. В дальнейшем, при условии разработки технологии выращивания однородных кристаллов типа KTN, управляющее напряжение можно снизить в десятки раз.

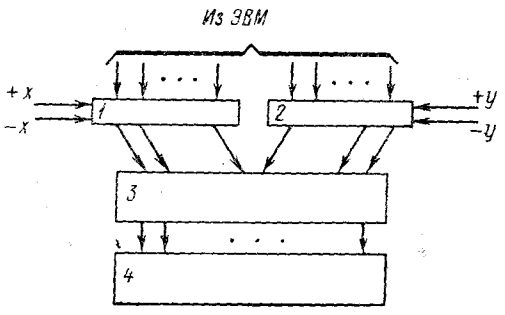



Рис. 3. Структурная схема блока управления

В настоящее время требования высокой скорости коммутации электрооптических переключателей и высоких управляющих напряжений являются определяющими при выборе схем высоковольтных формирователей. Поэтому рассмотрим схемы указанных элементов.

Лучшие энергетические характеристики имеют схемы управления с синусоидальным питанием электрооптических переключателей (рис. 4).

Первичная обмотка трансформатора *Тр-1* питается синусоидальным напряжением $u_1$. Вторичные обмотки *Тр-1* имеют равное число витков и настраиваются в резонанс (совместно с емкостью электрооптического переключателя и паразитными схемными емкостями) на частоту питающего напряжения. Чтобы ключи $K_1$ и $K_2$ переключались при нулевых напряжениях и токах, в каждую вторичную обмотку включается источник постоянного напряжения, величина которого равна амплитуде синусоиды $^1/_2U_{\lambda/4}$. При управлении [3] четвертьволновым напряжением $U_{\lambda/4}$ в оптическую схему каждого каскада следует ввести помимо электрооптических переключателей поляризации *1* и поляризационных дискриминаторов *3* еще и четвертьволновые фазовые пластины *2* (см. рис. 4), которые совместно с переключателем поляризации обеспечат линейную поляризацию на выходе каждого оптического каскада. Направление поляризации определит полярность поданного управляющего напряжения $u_{упр}$. Полярность управляющего импульса, в свою очередь, определится фазой управляющего ключами напряжения. Должный выбор фазы достигается с помощью формирователей *Ф* в каждом разряде, линий задержки *ЛЗ* и схем совпадения *СС-1* и *СС-2*, на один из входов которых подается сигнал из счетчика, прошедший через преобразователь кода.

Мощность, рассеиваемая в элементах каскада управления,

$$P_\Sigma = \frac{\pi}{4Q} u^2_{\lambda/4} fC, \qquad (2)$$

где $Q$ — добротность колебательной системы; $f$ — частота следования кодов из интерполятора; $C$ — емкость электрооптического переключателя поляризации.

При $Q=\pi$, $f=100$ *кгц*, $C=50$ *пф*, величина $P_{\Sigma}$ близка к 20 *вт*, что в достаточной степени приемлемо.

При реализации высоковольтных формирователей (см. рис. 4) управляющее напряжение на переключателе поляризации лишь малую часть периода равно номинальному, т. е. $u_{ном}$. Отклонение управляющего напряжения от номинала вызывает появление шума, фонового света [2]. Для устранения указанного эффекта следует использовать на входе системы оптический затвор, позволяющий включать лазер *3* (см. рис. 1) лишь в нужную часть периода, когда управляющее напряжение близко к номиналу.

С энергетической точки зрения более эффективным был бы импульсный лазер с нужной частотой повторения импульсов и скважностью, синхронизуемый управляющими импульсами.

Другие элементы, используемые в устройстве, не нуждаются в специальном описании. Так, преобразователь кодов осуществляет, в соответствии с заданными логическими выражениями, преобразование кодов позиций луча на экране в коды, управляющие электрооптическими переключателями поляризации. Преобразование в данном случае осуществляется логическими схемами в параллельном коде.

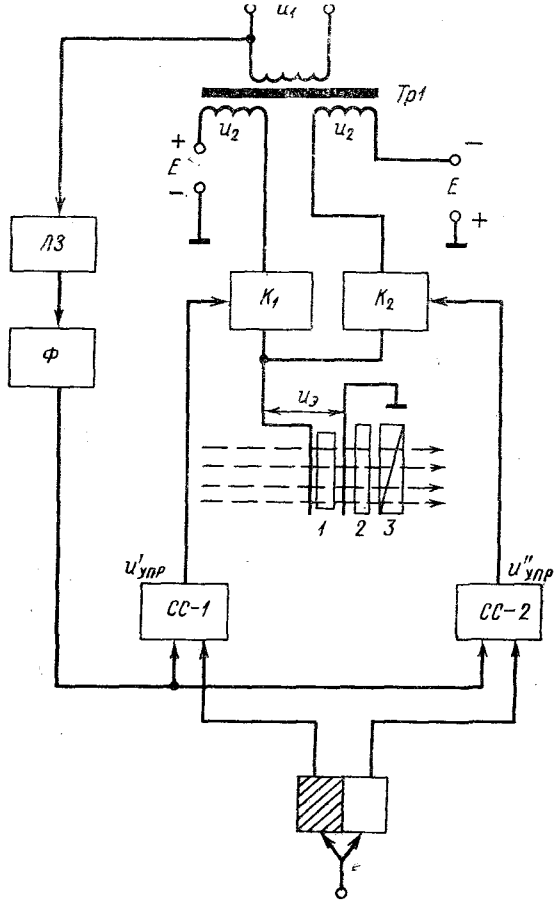



Рис. 4. Схема формирователя высоковольтных импульсов управления электрооптическими переключателями поляризации

## ЛИТЕРАТУРА

1. Байбородин Ю. В., Гаража С. А. Электрооптический эффект в кристаллах и его применение в приборостроении. Машиностроение, 1967.

2. Калке У. и др. Быстродействующее устройство отклонения луча по адресному коду. В сб. «Оптическая обработка информации». Мир, 1966.

3. Вуль В. А. Устройство для управления электрооптическим переключателем. Бюл. изобр. 1969, № 2, № 233013.

4. Огурский М. С., Вульфсон И. А., Ратмиров В. А. Числовое программное управление станками. Машиностроение, 1966.