

чен к регистру данных памяти (РД) и при обработке команд ввода-вывода посылает на магистраль необходимые сигналы и команды  $NAF, C, Z$ . Данные на  $R$ -шины подаются от аккумулятора через выходные вентили (Вых В). Код операции от РД, поступая в устройство управления, инициирует последовательность управляющих сигналов, необходимых для выполнения текущей команды, а также организует обработку сигналов, поступающих с магистрали КАМАК.

Для ввода программ из модуля ПЗУ в ОЗУ1 и констант в ОЗУ2 в состав ПК включено ПЗУ1, где записана программа загрузки. Загрузка может быть выполнена также с помощью КР, расположенного на пульте оператора.

Команды, реализуемые в ПК, представлены в таблице. Их можно разбить на три группы: команды с обращением к памяти, с обращением к регистрам и КАМАК. Структура каждого типа команд представлена на рис. 3. Разряд 2 — «Признак адресации» для первых двух типов команд — указывает на использование ИР при вычислении исполнительного адреса. ПК реализован на микросхемах 565РУ2А серии 155 и конструктивно оформлен в виде модуля шириной 2 М. Пульт оператора расположен непосредственно на лицевой панели модуля.

Экспериментальная проверка опытного образца показала высокую эффективность его работы в режиме обнаружения дефектов на фоне сопутствующих сигналов самого различного характера (плавных изменений, ступенчатых перепадов).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Колпаков И. Ф. Электронная аппаратура на линии с ЭВМ в физическом эксперименте. М.: Атомиздат, 1974.
2. Соучек В. Мини-ЭВМ в системах обработки информации: Пер. с англ. М.: Мир, 1976.
3. Хилбурн Дж., Джулич П. Микропроцессоры и микро-ЭВМ: Пер. с англ. М.: Мир, 1979.

Поступило в редакцию 9 апреля 1979 г.;  
окончательный вариант — 9 июля 1979 г.

УДК 621.385.832

М. П. ГУСЬКОВ, Э. М. ЗУЙКОВА, Н. А. СЕДУНОВ

(Горький)

### ПРИМЕНЕНИЕ ТЕЛЕВИЗОРА «ЭЛЕКТРОНИКА ВЛ-100» ДЛЯ ШТРИХОВОЙ ЗАПИСИ НА ФОТОПЛЕНКЕ

В настоящее время ряд теоретических и прикладных задач успешно решается с помощью оптических спектральных анализаторов [1]. К таким задачам относятся, например, выделение синусоидального или почти синусоидального сигнала из шума, исследование речевых сигналов и биологических процессов, исследование динамики метеопроцессов и ионосферных образований и др.

Для осуществления ввода информации в оптический спектральный анализатор необходимо перевести временную координату в пространственную. При этом часто требуется записывать несколько процессов одновременно.

Перевод временной координаты в пространственную можно осуществить как с помощью плотностной или яркостной записи, при которой уровень сигнала записывается в виде плотности почернения фотопленки или яркости свечения люминофора на трубках с памятью, так и с помощью штриховой (силуэтной) записи, при которой уровню сигнала соответствует длина пишущего штриха. В случае штриховой записи сигнала  $f(t)$  его двухградационное изображение  $T(x, y)$  имеет вид:

$$T(x, y) = \text{rect} \{y/f(x)\}, \quad \bar{x} = y/f(x);$$

$$\text{rect } \bar{x} = \begin{cases} 1, & 0 \leq \bar{x} \leq 1; \\ 0, & \bar{x} < 0, \bar{x} > 1. \end{cases}$$

Штриховая запись предпочтительнее плотностной, так как легко обеспечивает динамический диапазон  $\geq 30$  дБ. При плотностной записи без специально принятых мер по компенсации нелинейности характеристической кривой плотности почернения фотопленки динамический диапазон составляет величину  $\sim 20$  дБ.

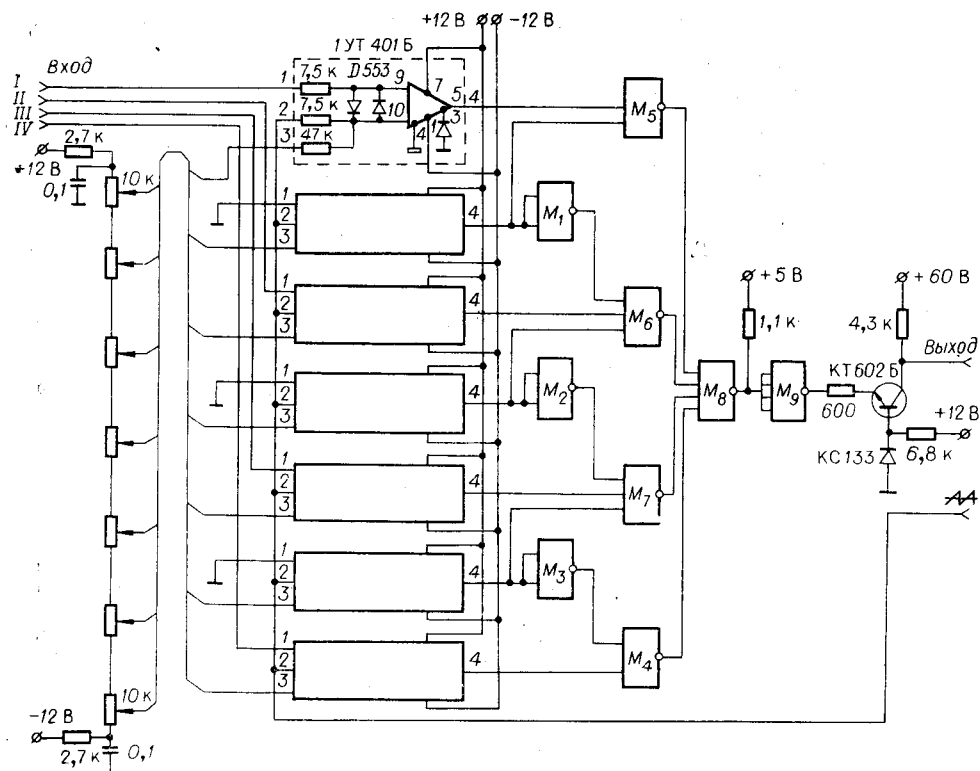


Рис. 1.

Для штриховой записи сигналов инфразвукового и звукового диапазонов частот используется, например, шлейфный осциллограф Н-102, специально переоборудованный под двухканальную штриховую запись [2], и прибор звуковой записи на киноплёнку КИНАП [3]. Однако с помощью таких приборов нельзя записать одновременно более двух процессов.

В данной статье рассматривается простая схема записи нескольких процессов с экрана ЭЛТ с магнитным отклонением на фоторегистрирующую приставку. Трубка с магнитным отклонением выбрана потому, что имеет большую яркость и лучшую фокусировку по сравнению с трубкой с электростатическим отклонением.

Штриховая запись осуществляется следующим образом. Записываемый сигнал, просуммированный с некоторой постоянной составляющей, определяющей место положения записи на экране ЭЛТ, подается на один из входов компаратора. На другой вход компаратора поступает пилообразное напряжение, пропорциональное току развертки.

В момент смены знака разности уровней сигналов на входе компаратора состояние его выхода меняется на противоположное. Следовательно, граница между различными состояниями компаратора будет повторять форму сигнала, если частота развертки выбрана больше максимальной частоты в два раза.

При построении  $n$ -канального устройства записи применяются  $n$  компараторов. На вход каждого компаратора подается сигнал, просуммированный с определенной постоянной составляющей, задающей место положения на экране ЭЛТ каждого из каналов.

Дополнительно вводятся компараторы границ между каналами, выполняющие совместно со схемой логической обработки, на вход которой подаются сигналы с выходов всех компараторов, функцию коммутатора каналов, позволяющего обеспечить взаимную независимость каналов записи. С выхода схемы логической обработки через видеусилитель сигналы в виде двух уровней (черное — белое) подаются на модулирующий электрод ЭЛТ. Принципиальная схема 4-канального устройства записи приведена на рис. 1 ( $M_1, M_2, M_3, M_4$  — 1ЛБ333;  $M_5, M_6, M_7$  — 1ЛБ334;  $M_8, M_9$  — 1ЛБ337).

Полученное на экране ЭЛТ изображение проецируется на движущуюся пленку фотоприставки. При этом строчная развертка расположена перпендикулярно направлению движения пленки. При смещении пленки за один ход строчной развертки ( $10^{-4}$  с) на величину, меньшую толщины луча ( $\sim 0,1$  мм), строчная структура в записи не будет проявляться. Такое соотношение будет выполняться до скоростей протяжки пленки  $\sim 1000$  мм/с.

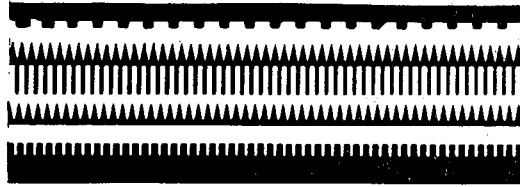


Рис. 2.

На рис. 2 показана, например, штриховая запись четырех различных процессов.

Динамический диапазон записи на пленке, определяемый как максимальный диапазон линейного изменения амплитуды на заданном интервале, зависит в основном от размеров луча на трубке, геометрических искажений развертки луча и точности установки координатных осей на пленке относительно строчной развертки на трубке.

Из простых геометрических построений можно получить зависимость формы огибающей штриховой записи от отмеченных выше факторов и по ним оценить влияние искажений на динамический диапазон записи.

1. Зависимость формы огибающей штриховой записи от размеров луча на трубке будет следующей:

$$\begin{cases} y(x) = f(x') + l \cos \arctg f'(x'), \\ x = x' + l \sin \arctg f'(x'), \end{cases}$$

где  $y$  — координата вдоль строчной развертки ЭЛТ;  $x = vt$ ,  $v$  — скорость протяжки пленки,  $t$  — время;  $f(x)$  — вид записываемой функции;  $l$  — радиус пицущего луча трубки, если считать луч круглым;  $f' = df/dx$ ;  $x'$  — параметр.

Для случая  $f(x) = A \cos kx$ , где  $A$ ,  $k$  — амплитуда и волновое число сигнала,

$$\begin{cases} y(x) = A \cos kx' + \frac{l}{\sqrt{1 + (kA \sin kx')^2}}, \\ x' = x - \frac{l k A \sin kx'}{\sqrt{1 + (kA \sin kx')^2}}. \end{cases}$$

Представляется интересным рассмотреть приближение  $kA \sin kx' \gg 1$ . В этом случае  $y(x) \approx A \cos k(x-l) + l/kA \sin k(x-l)$ . Пусть  $kA \sin kx' = 3$ , тогда динамиче-

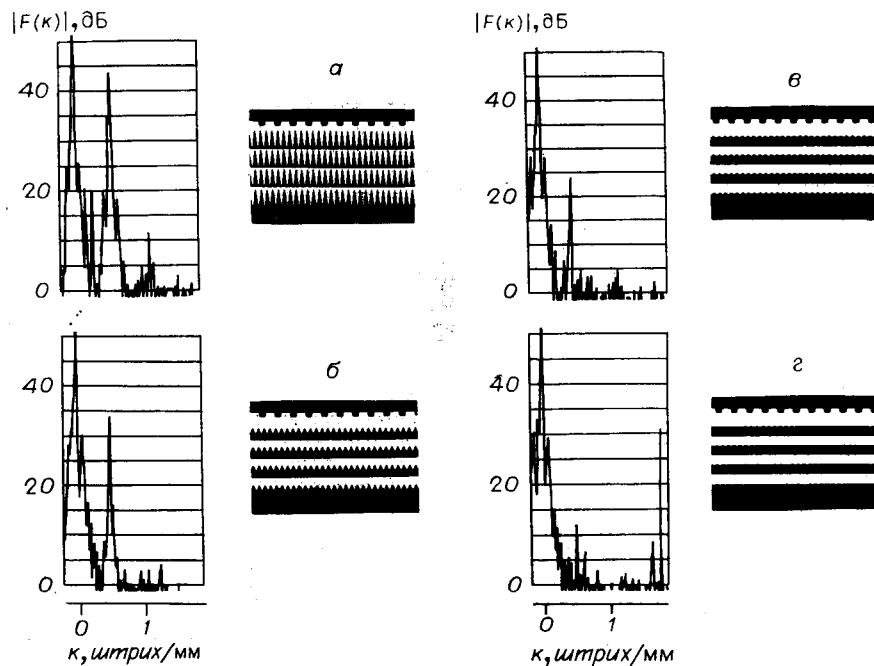


Рис. 3.

ский диапазон определяется отношением  $3A/l$ . В случае  $kA \sin kx' \ll 1$   $y(x) = A \cos kx + l$ .

2. Рассмотрим влияние геометрических искажений отклонения луча ЭЛТ на штриховую запись. Учитывая, что изменение магнитного поля пропорционально  $z = \sin \alpha$ , а отклонение луча на плоскости экрана пропорционально  $y = \lg \alpha$ , будем иметь зависимость для огибающей штриховой записи на трубке:  $y = z/\sqrt{1-z^2}$ . При  $z \ll 1$

$$y \simeq z[1 + (1/2)z^2 - (3/8)z^4 + \dots].$$

Например, при изменении углов отклонения луча в диапазоне  $\pm 23^\circ$  для 4-канальной записи получим максимальное отклонение от линейной зависимости  $\sim 2\%$ .

3. Выражение для огибающей штриха  $y(x)$  на пленке в зависимости от поворота оси  $y$  на пленке относительно оси  $y'$  на трубке на угол  $\alpha$  будет следующим:

$$y \cos \alpha = f(x \cos \alpha - y \sin \alpha).$$

Для случая  $y' = f(x') = A \cos kx'$  при  $\alpha \ll 1$ ,  $ky'\alpha \ll 1$ , используя разложение в ряд Тейлора, имеем

$$y = A \cos kx - (A^2 k \alpha / 2) \sin 2kx + a_n, \quad (1)$$

где  $a_n$  — сумма членов более высокого порядка относительно  $\alpha$ . Из выражения (1) уровень второй гармоники относительно первой будет  $Ak\alpha/2$ . Для достижения динамического диапазона  $\sim 30$  дБ требуется  $Ak\alpha/2 \leq 1/30$ . Например, при  $A=5$  мм  $\lambda=2\pi/k=0,5$  мм получим  $\alpha \leq 0,1^\circ$ .

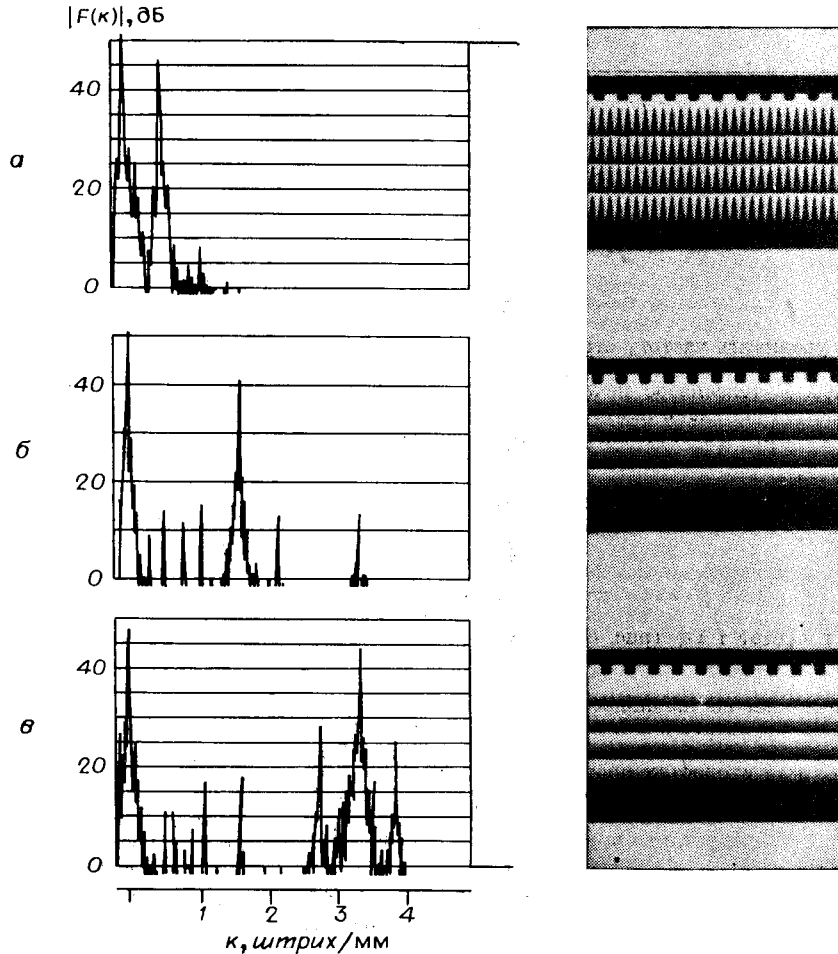


Рис. 4.

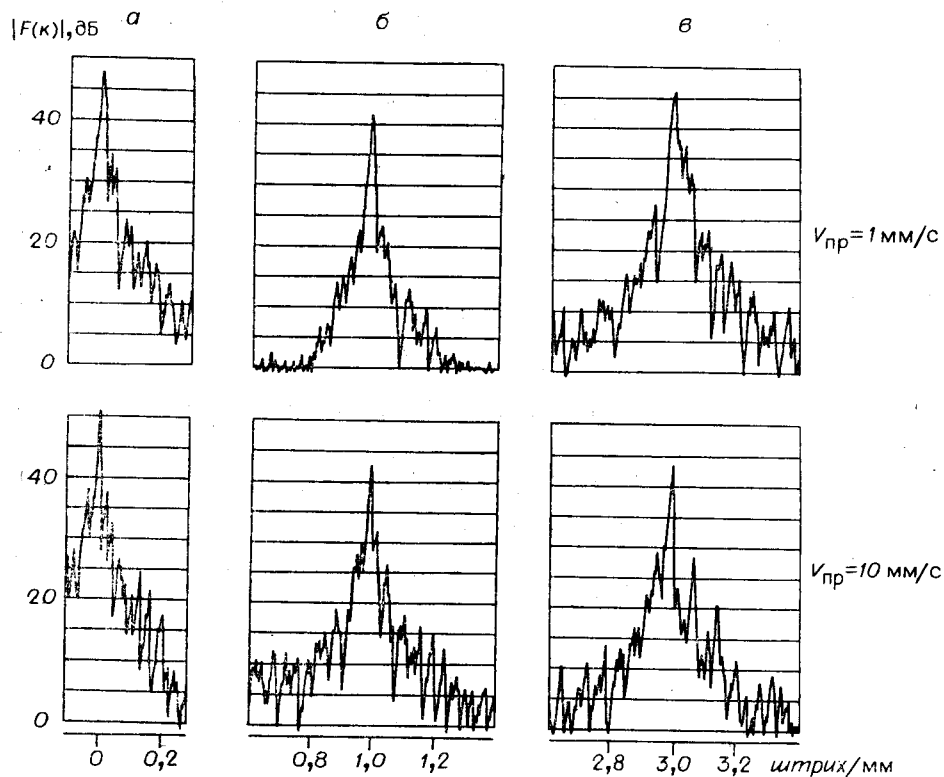


Рис. 5.

Следует заметить, что нелинейность развертки луча ЭЛТ в зависимости от формы тока не рассматривалась, так как при выбранном способе записи положение черного и белого уровней на экране ЭЛТ не зависит от формы тока развертки. Кроме того, можно использовать не пилообразную, а синусоидальную развертку, что позволит увеличить частоту строчной развертки.

Для получения описанной выше записи был выбран малогабаритный телевизор ВЛ-100. В телевизоре печатная плата «Б» (усилители промежуточной частоты и видеочастот) заменена платой с устройством, собранным по схеме рис. 1.

В качестве фотоприставки использовалась протяжка пленки со скоростью 2 мм/с, а также оптический фоторегистратор ФОР-2, имеющий набор скоростей от 1 до 1000 мм/с.

На рис. 3, а — г приведены вид четырехканальной штриховой записи для частоты 1 Гц при скорости протяжки пленки 2 мм/с и ее спектр, полученный на анализаторе ОСА-73 при разных уровнях входного сигнала. Из рисунка следует, что динамический диапазон записи не менее 30 дБ.

4. Оценка нестабильности протяжки. Ширина линии спектра записи определяется нестабильностью протяжки пленки. На рис. 4 показаны спектры штриховой записи для частот 1 Гц (рис. 4, а), 3 Гц (рис. 4, б) и 9 Гц (рис. 4, в). Из рисунка следует, что при записи высокой частоты нестабильность протяжки сказывается сильнее.

Для оценки нестабильности протяжки ФОР-2 на рис. 5 приведены спектры, полученные в результате анализа 100 мм штриховой записи сигналов, соответствующих пространственным частотам в записи 1 штрих/мм (рис. 5, б) и 3 штрих/мм (рис. 5, в) при скоростях протяжки ФОР-2 1 и 10 мм/с. Для сравнения на рис. 5, а показан отклик на постоянную составляющую, ширина которого не зависит от детонаций протяжки.

Из рис. 5 следует, что при скоростях протяжки 1 и 10 мм/с спектральная линия, соответствующая пространственной частоте записи 3 штрих/мм расширяется по отношению к записи с частотой 1 штрих/мм в два раза на уровне 15 дБ относительно максимума.

Следует отметить, что с помощью описанного устройства вместо штриховой можно осуществить осциллографическую запись нескольких процессов, если на компараторы границ подать сигнал того же канала в соответствующей фазе.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Зверев В. А., Орлов Е. Ф. Оптические анализаторы. М.: Сов. радио, 1974.
2. Андреев Г. А., Хрулев В. П. Применение осциллографов Н-102 для штриховой и яркостной фотозаписи на кинолентку. — ПТЭ, 1962, № 5, с. 189—191.
3. Описание звукозаписывающего аппарата 1Д-3М3. Л.: ЛОМО, 1972.

*Поступило в редакцию 18 января 1978 г.*

УДК 621.396.624

Э. Г. САПРЫКИН, В. А. СОРОКИН

(Новосибирск)

### ФОТОЭЛЕКТРОННОЕ УСТРОЙСТВО С НОРМИРОВКОЙ СИГНАЛА ДЛЯ ЛАЗЕРНЫХ СПЕКТРОМЕТРОВ

В лазерных спектрометрах величина регистрируемого сигнала определяется не только свойствами исследуемой среды, но и зависимостью интенсивности зондирующего (пробного) лазерного излучения от частоты. Для получения неискаженных спектральных характеристик необходимо 1) либо при обработке спектрограмм делить (нормировать) амплитуду сигнала на величину интенсивности пробного поля, 2) либо стабилизировать выходную мощность зондирующего лазера, 3) либо использовать электронные нормирующие устройства при регистрации сигнала.

Реализация первого способа связана с дополнительными измерениями интенсивности лазерного излучения, что не всегда удобно. Использование второго метода ведет к тому, что приходится работать при заниженных мощностях лазера; кроме того, при регистрации нелинейных резонансов устранение частотной зависимости интенсивности пробного поля на входе в среду не всегда позволяет избавиться от этой зависимости на выходе, если достаточно существенно линейное поглощение излучения. Третий путь предполагает использование аналоговых устройств, осуществляющих нормировку сигнала, что особенно удобно при регистрации нелинейных резонансов модуляционным методом [1].

В случае регистрации нелинейных резонансов интенсивность зондирующего излучения, прошедшего через поглощающую среду, возмущенную насыщающей световой волной, описывается следующей зависимостью:

$$I = I_0(\Omega) (1 + \varepsilon(\Omega) \cos ft).$$

Здесь  $I_0(\Omega)$  — постоянная составляющая, изменяющаяся при перестройке частоты

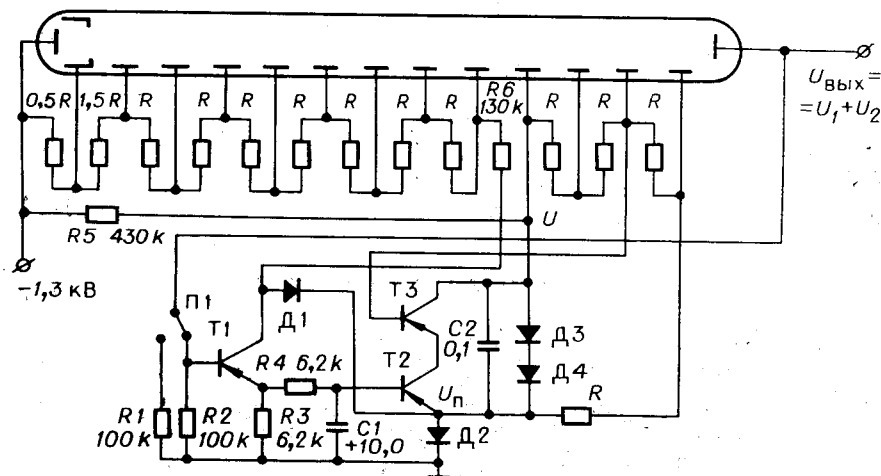


Рис. 1. Принципиальная схема устройства нормировки сигнала:

Т1 — КТ3107Б; Т2, Т3 — МП26Б; Д1 — Д814Д; Д2 — КС156Б; Д3, Д4 — КС596Б; R — 39 кОм; фотомножитель — ФЭУ-83.