

УДК. 681.142.353

УСТРОЙСТВО АВТОМАТИЧЕСКОГО ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ ДИАПАЗОНОВ ПРИБОРА Ф116

Н.С. Кормилицын

В экспериментальных исследованиях довольно часто возникает необходимость измерения величин, изменяющихся в течение одного эксперимента в большом динамическом диапазоне. Это значительно затрудняет автоматизацию самого эксперимента. Измерение подобных величин с необходимой точностью во всем динамическом диапазоне в автоматизированных установках можно проводить с помощью измерительных приборов с автоматическим переключением пределов измерения. Однако большинство серийных установок автоматизации (управляющих ЭВМ, машин автоматической регистрации и др.) предназначены для передачи и измерения нормированных величин, получаемых, например, от датчиков с унифицированными выходами. Для использования этих установок при автоматизации экспериментальных исследований необходимо оснащение их приборами с автоматическим переключением пределов измерения. Такие приборы должны иметь аналоговый выход с нормированным значением измеряемой величины и цифровой (или дискретный) выход, указывающий номер установившегося диапазона. Подобные приборы, оборудованные устройствами регистрации, например самопишущими потенциометрами, могут использоваться и как самостоятельные аналоговые измерительные комплексы (АИК).

Нами разработан аналоговый измерительный комплекс на базе микровольтмикроамперметра постоянного тока Ф116 и самопишущего потенциометра типа ПС1-13 с пределом измерения 0 + 10 мВ. Прибор Ф116 имеет девять переключаемых диапазонов измерения. Относительная погрешность на верхних семи диапазонах составляет 1,5%. Коэффициент отношения максимальных значений соседних диапазонов равен 2,5. Следовательно, при автоматическом переключении

пределов измерений прибор может обеспечить относительную погрешность измерения порядка $1,5 \times 2,5 = 3,75\% \approx 4\%$.

Блок-схема АИК показана на рис. 1.

Переключение пределов измерения прибора Ф116 производится с помощью встроенного в прибор релейного коммутатора, управляемого устройством управления.

Коммутатор согласующих сопротивлений применяется для подключения сопротивлений к зажимам "внешний прибор" Ф116, чтобы получить на них одинаковое падение напряжения при максимальных токах диапазонов. При этом шкала потенциометра ПС1-13 будет соответствовать шкале прибора Ф116 на всех диапазонах измерения.

На второй реохорд ПС1-13 подается стабилизированное напряжение ($U_{ст}$), равное по величине пределу измерительного аналого-цифрового преобразователя (АЦП). С движка реохорда снимается напряжение, пропорциональное значению измеряемой величины, которое подается на АЦП и на устройство определения границ пределов. В этом устройстве производится сравнение полученного напряжения с опорными напряжениями, определяющими точки переключения на соседние диапазоны в верхнем и нижнем пределах измерений. В моменты совпадения величин этих напряжений подается сигнал в устройство управления переключением пределов. Последнее управляет работой коммутаторов и выдает кодовый сигнал номера установившегося диапазона по цифровому выходу.

Величина опорного напряжения в нижнем пределе ($U_{он}$), которая является регулируемой, устанавливается в зависимости от заданной погрешности измерения ($\delta_{заг}$). Соотношение заданной и паспортной погрешностей прибора (δ_n) определяет участок шкалы, на котором будет выполняться измерение, и тем самым величину $U_{он}$. Если выразить это соотношение как

$$\frac{\delta_{заг}}{\delta_n} = K,$$

то значение $U_{он}$ будет определяться выражением

$$U_{он} = \frac{U_{ст}}{K}.$$

При известных максимальном (P_{max}) и минимальном (P_{min}) значениях измеряемой величины количество диапазонов будет определяться как

$$N = \log_{\frac{P_{max}}{P_{min}}} = \log_k D,$$

где $D = \frac{P_{max}}{P_{min}}$ — динамический диапазон абсолютных значений измеряемой величины.

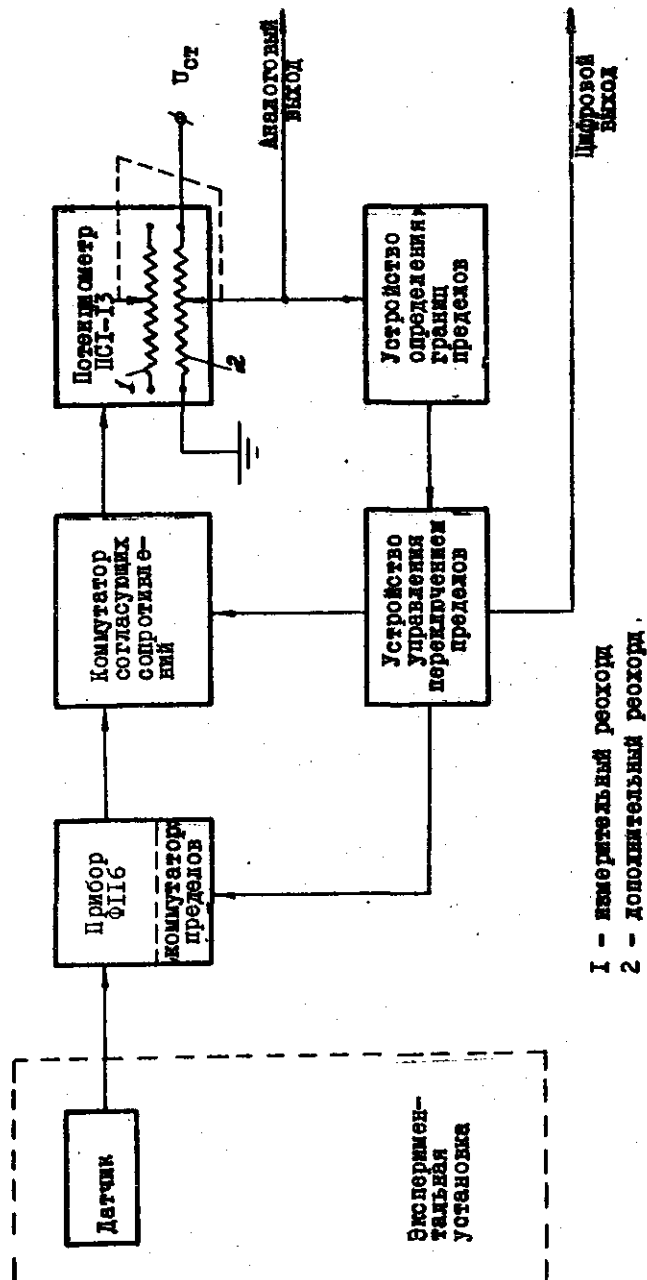


Рис. 1. Блок-схема аналогового измерительного комплекса.

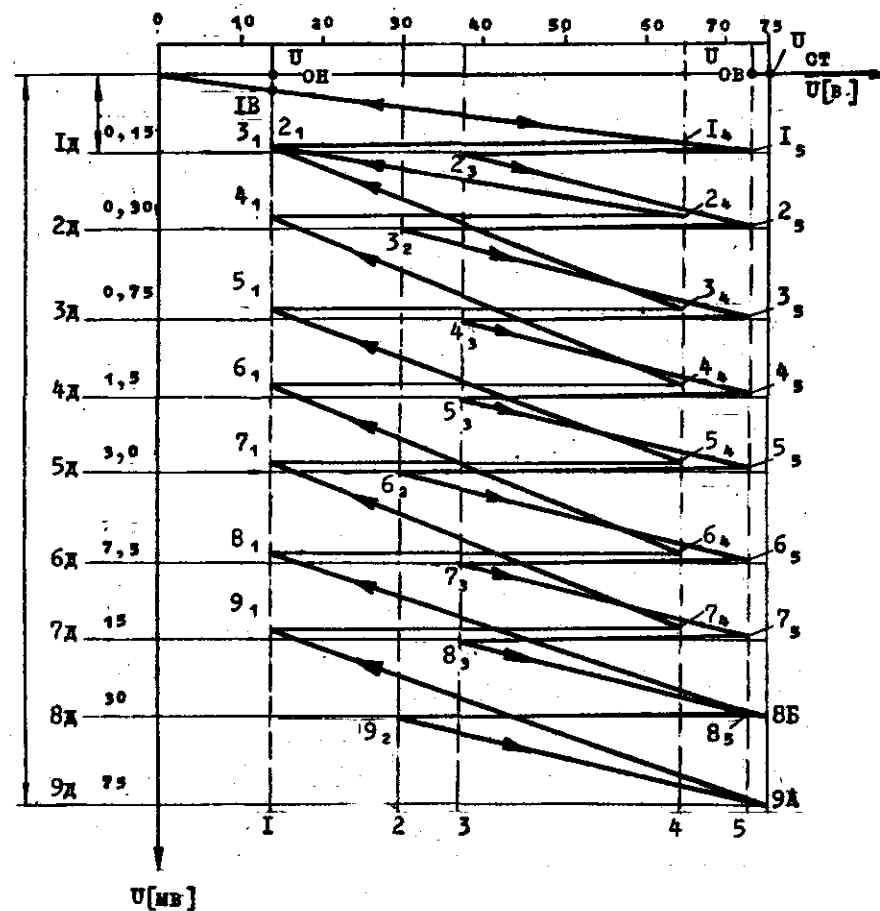


Рис. 2. Диаграмма работы переключателя диапазонов.

На рисунке 2 приводится диаграмма работы переключателя диапазонов. На горизонтальной оси даются деления шкалы прибора ФИИ6 и точки опорного напряжения $U_{он}$ и $U_{об}$, на вертикальной оси - максимальные значения диапазонов ФИИ6. Линии диаграммы представляют программу работы переключателя при изменении значений измеряемой величины в направлении, указанном стрелками. Пунктирные линии I и 5 соответствуют точкам шкалы $U_{он}$ и $U_{об}$, в которых производится переключение на другие диапазоны, а линии 2, 3 и 4 указывают место, куда перемещается стрелка прибора после переключения. Так, программу работы прибора при изменении величины от точки 9А до точки IВ можно описать последовательностью

$9А \rightarrow 9_1 \rightarrow 7_4 \rightarrow 7_1 \rightarrow 5_4 \rightarrow 5_1 \rightarrow 3_4 \rightarrow 3_1 \rightarrow I_4 \rightarrow IВ$

от точки 8Б до точки IВ соответственно

$8Б \rightarrow 8_1 \rightarrow 6_4 \rightarrow 6_1 \rightarrow 4_4 \rightarrow 4_1 \rightarrow 2_4 \rightarrow 2_1 \rightarrow I_4 \rightarrow IВ$

и от точки IВ до точки 9А соответственно

$IВ \rightarrow I_5 \rightarrow 2_5 \rightarrow 2_4 \rightarrow 3_5 \rightarrow 3_4 \rightarrow \dots \rightarrow 7_5 \rightarrow 8_5 \rightarrow 8_4 \rightarrow 9_5 \rightarrow 9А.$

В данном примере погрешность измерения будет не ниже 8% в динамическом диапазоне измеряемой величины, имеющем порядок $2,5 \cdot 10^3$.

Описываемый прибор применялся в различных автоматизированных экспериментальных установках. Например, для измерения ЭДС Холла и продольной проводимости в автоматизированной установке по исследованию образцов из полупроводникового вещества. В другом случае прибор использовался в качестве самостоятельного АМК в технологической установке для контроля толщины напыляемого слоя магнитной пленки методом вспомогательного сопротивления. В этом случае с помощью прибора записывалась на ленту карта изменения сопротивления от $1 \cdot 10^6$ ом до нескольких ом.

Поступила в редакцию

25 декабря 1968 г.