

С 344.35

5/7-70

Д-721

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

13 - 5222



М.Н. Дражев, С.С. Паржицкий

ЛАБОРАТОРИЯ НЕЙТРОННОЙ ФИЗИКИ

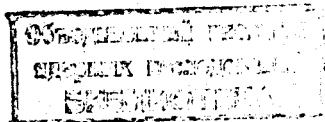
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ВРЕМЕНИ В АМПЛИТУДУ  
НАНОСЕКУНДНОГО ДИАПАЗОНА  
С КОМПЕНСАЦИЕЙ АМПЛИТУДНОЙ  
ЗАВИСИМОСТИ

1970

13 - 5222

М.Н. Дражев, С.С. Паржицкий

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ВРЕМЕНИ В АМПЛИТУДУ  
НАНОСЕКУНДНОГО ДИАПАЗОНА  
С КОМПЕНСАЦИЕЙ АМПЛИТУДНОЙ  
ЗАВИСИМОСТИ



8475 / 2 чр

Преобразователи времени в амплитуду (ПВА) наносекундного диапазона, построенные по классическому принципу "старт-стоп", обладают одним существенным недостатком: у них цикл накопления информации (если не приняты специальные меры, например, введение дополнительного "быстрого отбора") происходит и при появлении сигналов только в канале "старт", что приводит к значительному увеличению числа регистраций, не связанных с исследуемым явлением событий ("бесстоповые импульсы").

В этом отношении использование преобразователей типа "перекрытия", у которых появление выходного сигнала возможно только при наличии совпадающих в границах удвоенного рабочего диапазона сигналов по обоим входам, связано с определенными преимуществами.

Преобразователям типа "перекрытия" посвящено свыше 70 публикаций (см., например, /1,2,3,4/), но тем не менее, многие из описанных преобразователей не обладают необходимой линейностью, стабильностью; их зависимость от амплитуды входных сигналов недопустимо велика, или их схемные решения неоправданно усложнены.

В течение последних лет в ЛНФ использовался преобразователь типа "перекрытия", блок-схема которого представлена на рис. 1. Здесь 1 и 4 - входные устройства формирования с компенсацией амплитудной зависимости, 2 и 3 - формирователи ключевых импульсов, ЛЗ<sub>1</sub> и ЛЗ<sub>2</sub> - короткозамкнутые линии задержки, определяющие рабочие диапазоны, С - накопительная емкость, Б - трансформатор импеданса, L<sub>2</sub> C<sub>2</sub> - контур формирования выходных импульсов, 6 - линейный усилитель.

Полная принципиальная схема преобразователя дана на рис. 2. Входные формирователи ПВА ( $D_1, D_2, TD_1, TD_2$  и  $D_{1a}, D_{2a}, TD_{1a}, TD_{2a}$  соответственно), в которых осуществляется компенсация амплитудной зависимости при помощи следящего порога (анализ их работы приводился нами раньше /5/), позволяют вести работу в широком динамическом диапазоне.

Уровень порогов (максимальная чувствительность для  $\gamma$ -квантов при использовании стибеневых сцинтилляторов составляет около 5 кэВ) устанавливается резисторами  $R_9$  и  $R_{9a}$ , а резисторами  $R_5$  и  $R_{5a}$  - компенсационный баланс.

Дополнительное формирование ключевых импульсов по амплитуде и времени проводится в каскадах  $T_1$  и  $T_2$  при помощи соответствующих кабелей задержки (типа РК).

В каскадах формирования предусмотрены дополнительные контрольные выходы ("контр.вых"), которые используются при настройке ПВА.

В преобразователе применяется классическая трехдиодная ключевая система параллельно-последовательного типа (в исходном состоянии диоды  $D_1$  и  $D_2$  открыты, а диод  $D_3$  из-за напряжения смещения  $U_C \approx 0,5$  В - закрыт). Так как в большинстве случаев частота следования на выходе преобразователя невелика, принудительный разряд накопительной емкости в ПВА не предусмотрен.

Поскольку физическое временное разрешение, которое можно получить на современных сцинтилляционных детекторах, как правило, хуже 100 псек, в первом усилительном каскаде ( $T_3$ ) используется обычный биполярный, а не полевой транзистор. При этом аппаратурное временное разрешение преобразователя остается на порядок лучше и имеет величину примерно в 10 псек. С целью улучшения линейности /4/ в цепи заряда включена индуктивность  $L$  ( $\frac{L}{R_1} \gg t$ ).

Формирование выходных сигналов и улучшение отношения сигнал/шум осуществляется при помощи контура  $L_2 C_2$  в критическом режиме ( $Q_0 \approx \frac{1}{2}$ ). Длительность на уровне 0,01 -  $t_{\text{вых}}$  и фронт  $t_{\text{ф}}$  сформированных импульсов ( $t_{\text{вых}} \gg t$ ) определяются параметрами контура:

$$t_{\text{вых.}} \approx 7,6 \sqrt{LC} \quad (1)$$

$$t_{\text{ф.}} \approx \sqrt{LC} \quad (2)$$

Для дальнейшего усиления сигналов в ПВА применяется стандартный линейный усилитель /6/, в котором предусмотрена общая компенсация температурной зависимости ( $R_{41}$ ).

Экспериментальная проверка и эксплуатация конвертора подтвердила его высокую линейность (интегральная нелинейность на диапазонах 20, 60 и 100 нсек не превышает  $\pm 0,3\%$  - см. рис. 3, 4 и 5 - , а представление о его дифференциальной нелинейности можно получить из рис. 6).

Температурная зависимость ПВА (вместе с линейной схемой пропуска /7/, через которую выходные сигналы поступают в многоканальный амплитудный анализатор) в температурном диапазоне 15-30°C не превышает  $10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ , а до 40°C -  $2,5 \cdot 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$  (рис. 7). Ход зависимости величины физического временного разрешения  $2\tau_1$  от динамического диапазона амплитуд входных сигналов с достаточно хорошим приближением (см. рис. 8) определяется энергией  $E$  регистрируемых частиц:

$$2\tau_1 \approx 2\tau_0 E^{-1/2}$$

Основные параметры преобразователя приведены в приложенной таблице.

Основные параметры преобразователя времени в амплитуду

1. Полярность входных импульсов	отрицательная
2. Амплитуда входных импульсов	больше 100 мВ
3. Рабочие диапазоны	20, 60, 100 нсек
4. Аппаратурное временное разрешение	около 0,05%
5. Интегральная нелинейность	лучше 0,5%
6. Температурная зависимость	$10^{-4}/^{\circ}\text{C}$ (15-30°C)
7. Долговременная стабильность	лучше 0,1%/8 часов
8. Полярность выходных импульсов	отрицательная

9. Амплитуда выходных импульсов

макс. 10 в

10. Число транзисторов

6

### Л и т е р а т у р а

1. M. Bonitz. *Nucl. Instr. and Methods.*, 22, 22 (1963).
2. М. Дражев. Препринт ОИЯИ, Р-1997, Дубна, 1965.
3. W. Meiling, F. Stary. *Nanosecond Pulse Techniques*, Berlin, 1969.
4. Ю. Акимов, М. Дражев и др. Быстродействующая электроника для регистрации ядерных частиц. Атомиздат, М., 1970.
5. М. Дражев, С. Паржицкий. Препринт ОИЯИ, 13-4604, Дубна, 1969.
6. М. Дражев. Препринт ОИЯИ, 13-5174, Дубна, 1970.
7. М. Дражев. Препринт ОИЯИ, 13-5172, Дубна, 1970.

Рукопись поступила в издательский отдел

3 июля 1970 года.

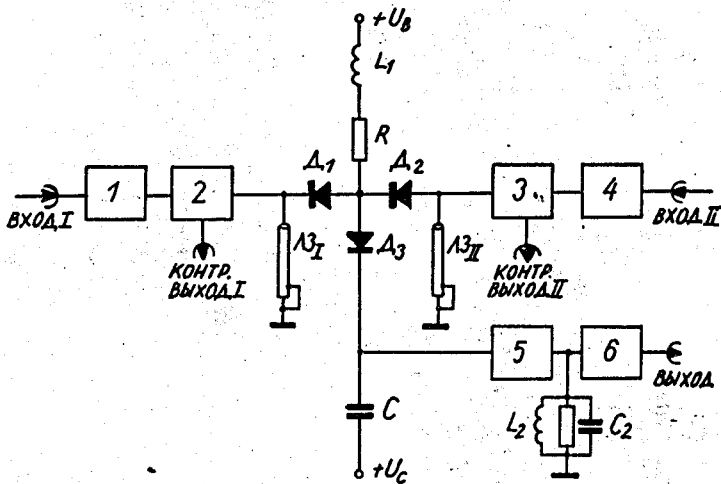


Рис. 1. Блок-схема ПА. 1 и 4 - входные формирователи с компенсацией амплитудной зависимости; 2 и 3 - формирователи ключевых импульсов;  $L_{3I}$  и  $L_{3II}$  - короткозамкнутые кабели, определяющие рабочие диапазоны;  $C$  - накопительная емкость; 5 - трансформатор импеданса,  $L_2 C_2$  - контур формирования выходных импульсов; 6 - линейный усилитель.

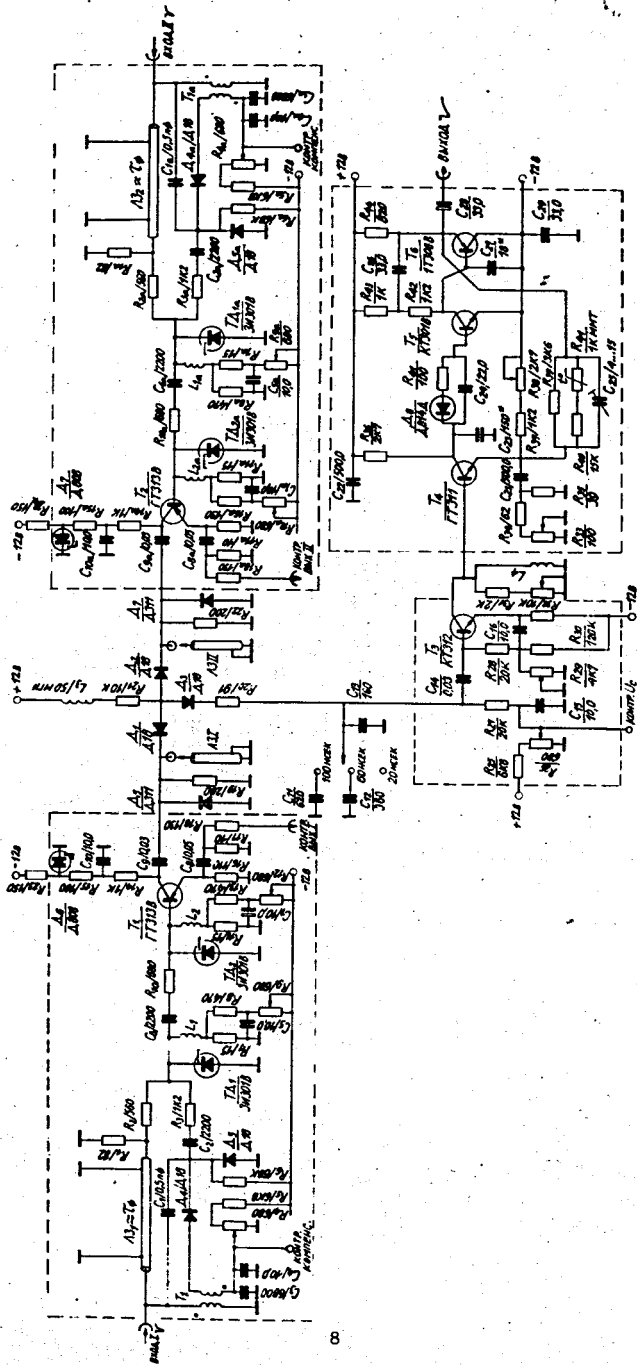


Рис. 2. Принципиальная схема ПВА.



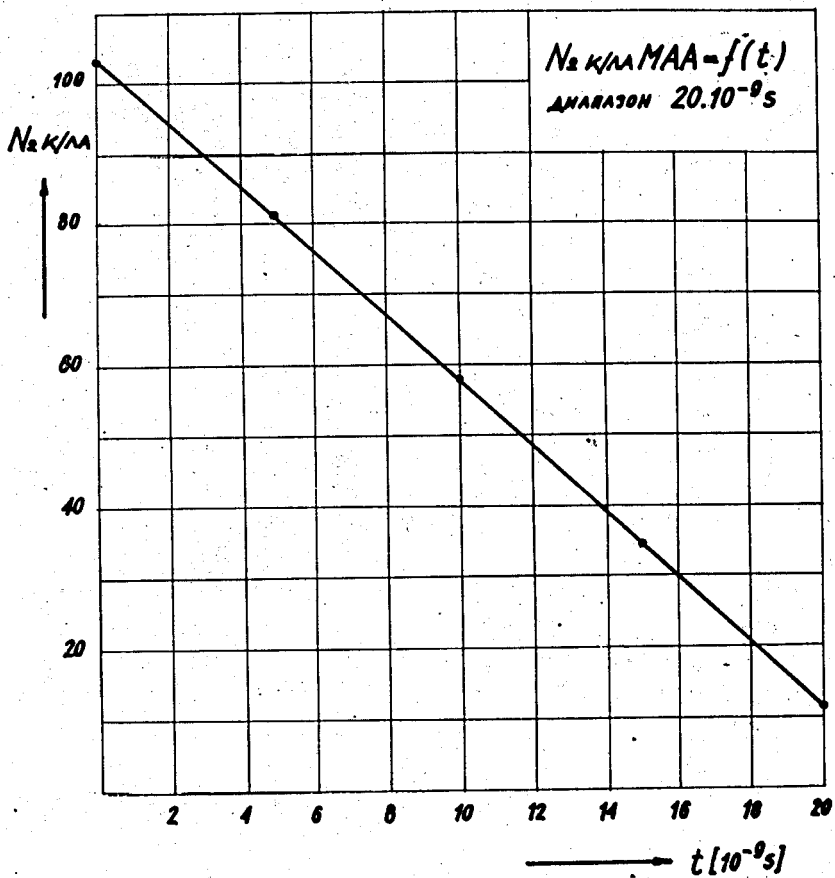


Рис. 3. Зависимость амплитуды выходных сигналов ПВА от задержки в одном из входных каналов при регистрации  $\gamma\gamma$ -совпадений от  $^{60}\text{Co}$  для диапазона 20 нсек.

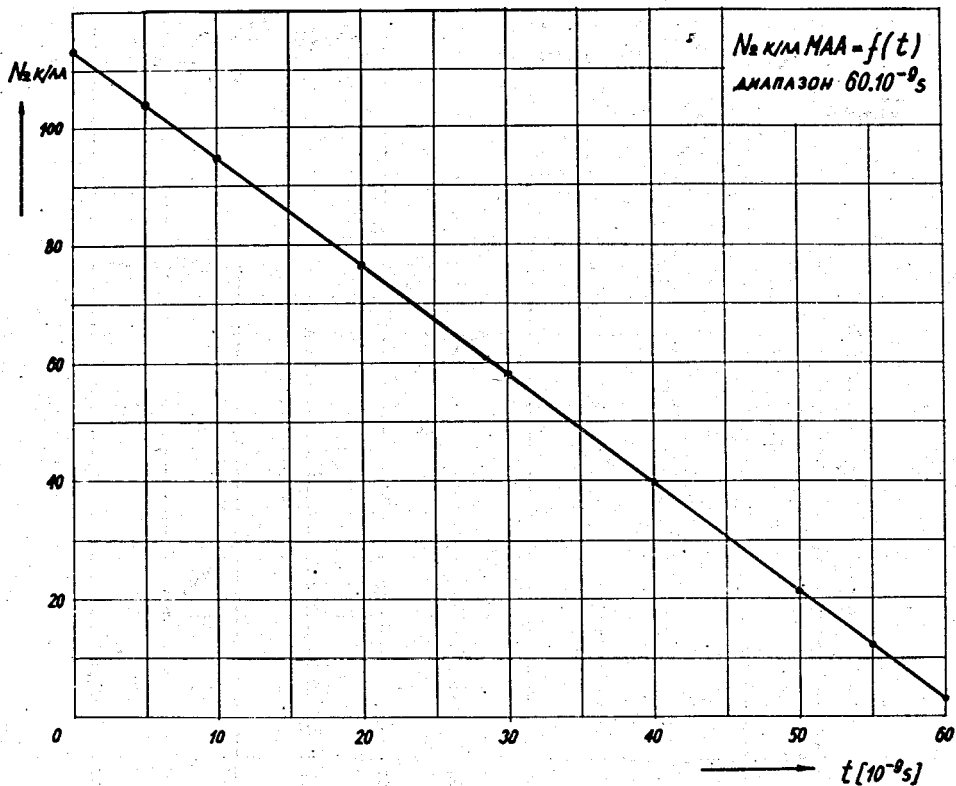


Рис. 4. Зависимость амплитуды выходных сигналов ПВА от задержки в одном из входных каналов при регистрации  $\gamma\gamma$ -совпадений от  $^{60}\text{Co}$  для диапазона 60 нсек.

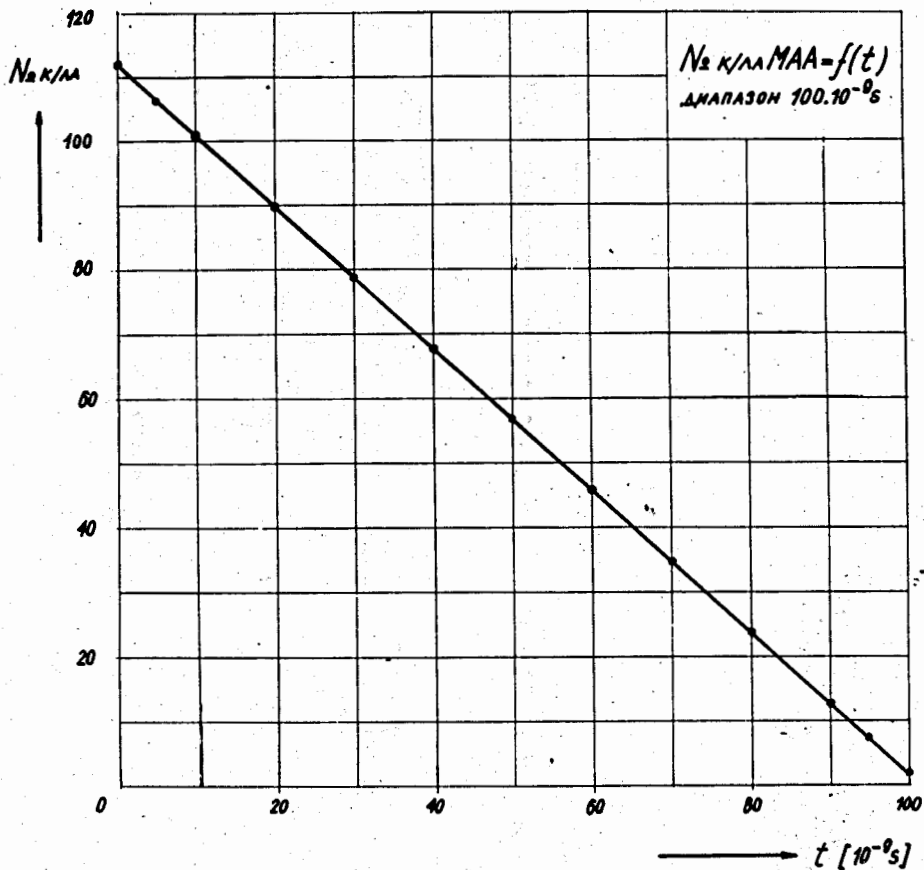


Рис. 5. Зависимость амплитуды выходных сигналов ПВА от задержки в одном из входных каналов при регистрации  $\gamma\gamma$ -совпадений от  $^{60}\text{Co}$  для диапазона 100 нсек.

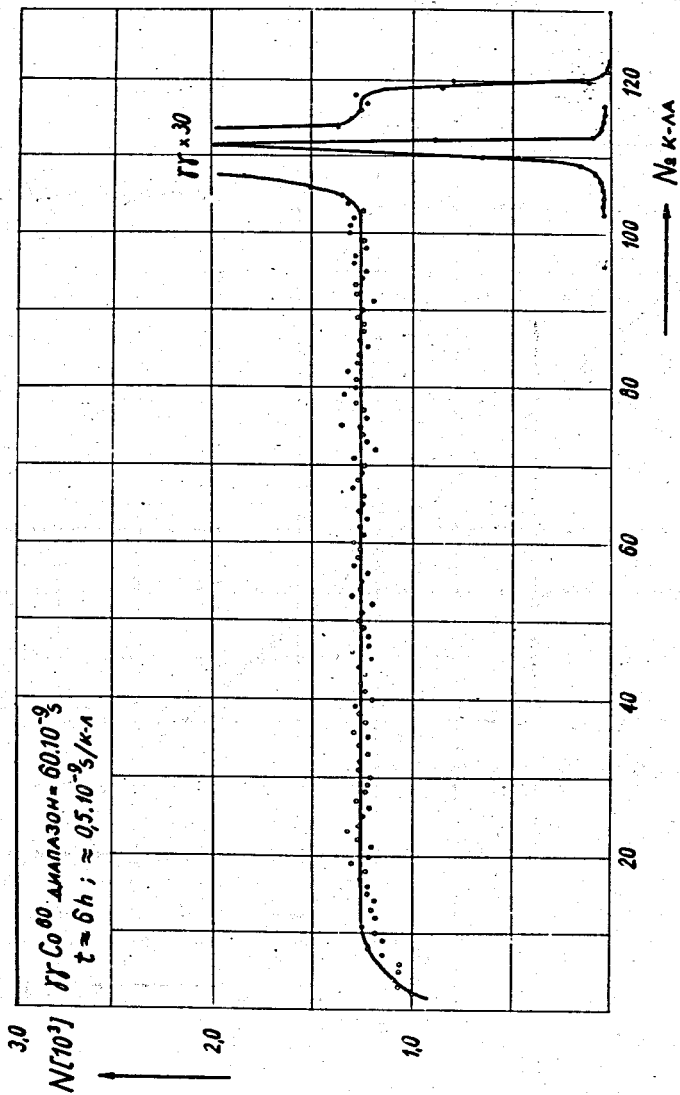


Рис. 6. Фон случайных совпадений, полученных при помощи источника  $^{60}Co$ . Рабочий диапазон - 60 нсек.

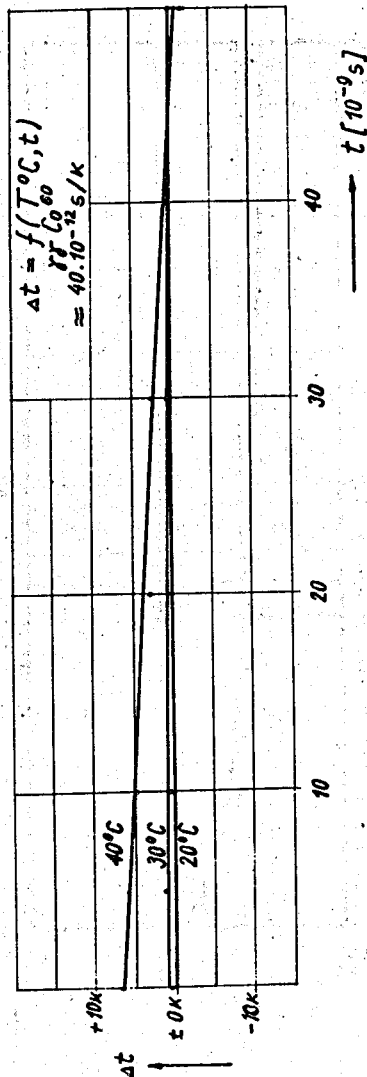


Рис. 7. Общая температурная зависимость ПВА (вместе с линейной схемой пропускания), полученная на  $\gamma\gamma$ -совпадениях для разных задержек в одном из каналов. Рабочий диапазон - 60 нсек.

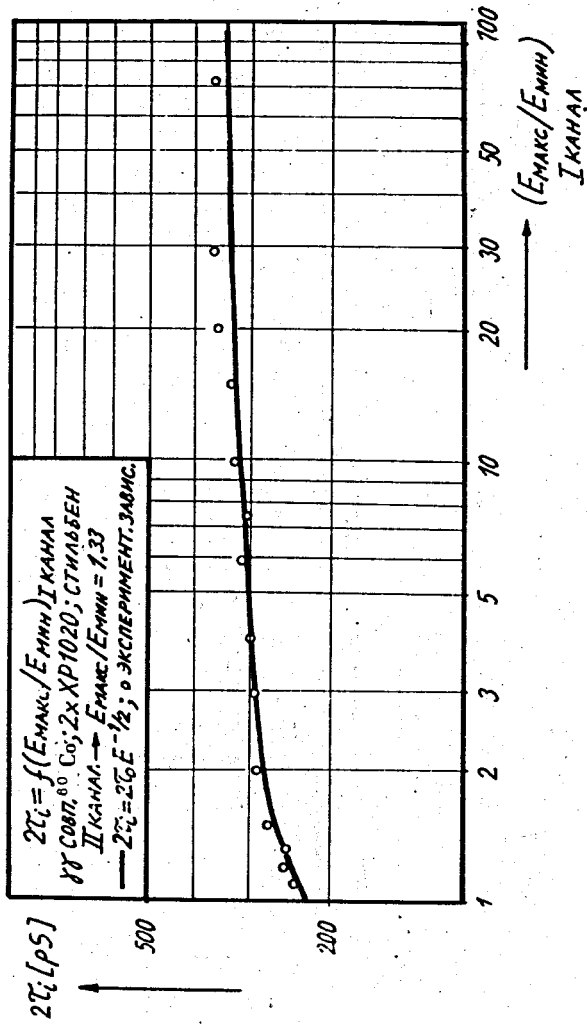


Рис. 8. Зависимость величины временного разрешения ПВА от динамического диапазона входных сигналов (по одному каналу) при регистрации УЧ-совпадений ( $80\text{Co}$ ). Сплошная кривая — расчетная зависимость.