

С344.38

Б-278

27/X-68

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

2338



С.Г. Басиладзе

ДВЕ СХЕМЫ СОВПАДЕНИЙ  
НАНОСЕКУНДНОГО ДИАПАЗОНА

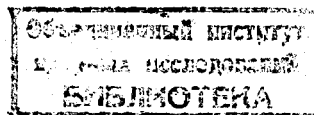
ЛИБРОТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

1965

2339

С.Г. Башидзе

ДВЕ СХЕМЫ СОВПАДЕНИЙ  
НАНОСЕКУНДНОГО ДИАПАЗОНА



3620/2 ч

## 1. Схема совпадений с двойным формированием импульсов

### туннельными диодами

Описанная в работе <sup>1/</sup> схема совпадений с малым временем разрешения обладает сравнительно низкой чувствительностью (более 1в), что ограничивает возможности ее применения. В данной работе описывается способ увеличения чувствительности схемы путем двойного формирования входных импульсов туннельными диодами в каналах совпадений.

Известно, что одновибратор на туннельном диоде обладает высокой чувствительностью (до 1,0+0,5 ма входного тока) при хорошей стандартизации выходного импульса <sup>2/</sup>. Однако при использовании одиночного и даже двух однотипных одновибраторов на туннельных диодах в схеме стандартизатора импульсов в канале совпадений качество формирования оказывается недостаточным при большом разбросе по амплитуде входных импульсов <sup>3/</sup>. Качество формирования импульса по амплитуде можно повысить в несколько раз, если в первом одновибраторе применить быстрый германиевый туннельный диод с пиковым током 10 ма, а во втором одновибраторе - арсенид-галлиевый туннельный диод типа ЗИ301Г. Связь между одновибраторами осуществляется быстрым германиевым диодом. Схема совпадений с формирователями такого рода может быть легко получена, если заменить последовательные ограничители на диодах в схеме <sup>1/</sup> одновибраторами на германиевых туннельных диодах.

На рис. 1 показана схема одного канала совпадений с дискриминирующим туннельным диодом ТД<sub>3</sub>. Связь между одновибраторами осуществляется диодом Д<sub>1</sub> типа Д10А. Диоды Д10А проходили некоторую отбраковку по величине прямого сопротивления, в схему ставились диоды с сопротивлением в прямом направлении меньше 400 ом. При срабатывании первого одновибратора диод Д<sub>1</sub> открывается и запускает второй одновибратор. После переключения ТД<sub>2</sub> диод закрывается, так как отрицательный импульс напряжения на ТД<sub>2</sub> вдвое больше по амплитуде, чем импульс на ТД<sub>1</sub>. Поэтому изменения напряжения на ТД<sub>1</sub> при приходе больших сигналов не влияют на работу второго одновибратора. За счет этого обеспечивается лучшее качество формирования выходного импульса по амплитуде, чем в схеме со связью между одновибраторами через сопротивление <sup>2,3/</sup>. Эмиттерный повторитель на входе канала необходим для

согласования входного сопротивления схемы с кабелем. На рис. 2 показан вид выходной характеристики такого формирователя. Кривая 1 соответствует амплитуде импульса напряжения на ТД<sub>1</sub>, а кривая II - на ТД<sub>2</sub>. Чувствительность формирователя, равная 0,2 в, может быть при необходимости повышена вдвое путем подстройки базового сопротивления смещения эмиттерного повторителя (на рис. 1<sup>(\*)</sup>). Изменение выходной амплитуды не превышает 5% при 50-кратном превышении входного сигнала над пороговым. На рис. 3 представлена зависимость счета телескопа из трех счетчиков от напряжения на фотоумножителях ФЭУ-38, полученная на пучке π<sup>-</sup>-мезонов. На рис. 4 дана зависимость счета телескопа от уровня дискриминации туннельного диода ТД<sub>3</sub>, снятая при напряжении U<sub>тел</sub> = 2000 в. По горизонтальной оси отложен ток смещения туннельного диода, измерявшийся в точке А (рис. 1). Небольшой участок плато по току смещения определяется величиной складываемых на ТД<sub>3</sub> токов с каналов совпадений. Малая величина складываемых токов (~ 1,5 ма) является одним из недостатков такого типа схем<sup>/1,3/</sup>, так как при больших входных сигналах существенным становится влияние различных наводок на дискриминирующий туннельный диод. Это может привести к появлению "пролезаний" импульсов двойных совпадений при работе с тройными совпадениями. На рис. 8 приведены кривые разрешения для трех значений тока смещения: I - 10 ма, II - 8 ма, III - 8 ма. Минимальное разрешающее время схемы совпадений около 2 нсек, максимальное - порядка 5 нсек.

## II. Схема совпадений с временем разрешения 10 нсек

Недостатком описанной выше схемы совпадений является трудность увеличения разрешающего времени свыше 6-7 нсек, что бывает необходимо для ряда экспериментов. Это вызвано сильным спадом плоской вершины импульса (40%) одновибратора на туннельном диоде<sup>/4,5/</sup>. По этой причине схемы совпадений с временем разрешения 10-15 нсек выполняют обычно, применяя отсечку тока в триодах<sup>/2,6,7/</sup>. В данной работе описывается схема совпадений с разрешающим временем 10 нсек, с тройным формированием слагаемых импульсов по амплитуде и формированием по времени на короткозамкнутых отрезках кабеля в каждом канале.

Принципиальная схема одного из каналов с дискриминирующим туннельным диодом ТД<sub>2</sub> приведена на рис. 5. На входе схемы включен параллельный ограничитель на быстром германиевом туннельном диоде с пиковым током 5 ма. Поскольку вход схемы короткозамкнутый, согласующее сопротивление кабеля, равное 100 ом, поставлено на анод ФЭУ. Через сопротивление 7,5 к на туннельный диод задается начальное смещение, уменьшающее порог срабатывания туннельного диода до 3,7 ма. Чувствительность схемы таким образом доводится до 0,2 в напряжения импульса на кабеле. При необ-

ходимости повышения чувствительности ограничитель можно выполнить на арсенид-галлиевом туннельном диоде типа ЗИ301Б, порог срабатывания при этом можно довести до 2 ма. Повторное ограничение импульса по амплитуде происходит при отсечке тока триода Т<sub>2</sub>, закрывающегося при срабатывании туннельного диода. Режим схемы подобран таким образом, что в начальном состоянии основная часть тока общего эмиттерного сопротивления Т<sub>1</sub> и Т<sub>2</sub> проходит через триод Т<sub>2</sub>. В коллекторе триода Т<sub>2</sub> производится формирование импульса напряжения по длительности отрезком 150-омного кабеля длиной 1 м. Окончательное формирование импульса тока производится триодом Т<sub>4</sub> при его закрывании. В начальном состоянии весь ток общего эмиттерного сопротивления Т<sub>3</sub> и Т<sub>4</sub> протекает через триод Т<sub>4</sub> (для задания точной величины суммируемых токов). На рис. 6 показана выходная характеристика такого формирователя. Разброс амплитуд импульсов токов не превышает 5% при 50-кратном превышении входного сигнала над пороговым.

Импульсы токов с амплитудой 13 ма и длительностью 10 нсек складываются на дискриминирующем туннельном диоде ТД<sub>2</sub><sup>/6,8,9/</sup> типа ЗИ301Г (рис. 5). Для создания дополнительного источника напряжения -4в - -5в в схему включены последовательно два опорных диода Д<sub>1</sub> и Д<sub>2</sub> типа Д808, диоды должны выбираться с минимальным напряжением стабилизации. Тумблером Тб<sub>1</sub> производится переключение кратности совпадений, порог срабатывания дискриминирующего туннельного диода ТД<sub>2</sub> подстраивается для двойных совпадений переменным сопротивлением 220 ом, для тройных - 470 ом.

Необходимо отметить, что в этой части схемы принципиально не могут возникнуть смещения уровней при больших нагрузках, так как все связи выполнены по постоянному току. Единственный реактивный элемент - переходная емкость 0,05 мкф не вызывает изменения напряжения на базе триода Т<sub>3</sub>, так как по постоянному току сопротивление формирующего кабеля равно нулю. Смещение уровня напряжения на коллекторе триода Т<sub>2</sub> не влияет на работу схемы. Поэтому схема совпадений может работать с большими нагрузками импульсов по каналам. Мертвое время схемы несколько больше времени разрешения. Работы каналов совпадений схемы проверялась от радиочастотного генератора до частоты 25 мггц.

Поскольку длительность импульса напряжения на дискриминирующем туннельном диоде ТД<sub>2</sub> равна времени взаимного перекрытия слагаемых импульсов, то на выходе схемы совпадений необходим формирователь импульсов по длительности. В противном случае из-за ограниченной полосы пропускания выходного усилителя амплитуда импульса на его выходе будет зависеть от длительности импульса на ТД<sub>2</sub> и часть импульсов совпадений (на краю кривой разрешения) может быть не зарегистрирована последующим устройством. Это формирование выполняется одновибратором на туннельном диоде ТД<sub>3</sub> типа ЗИ301Г, длительность его выходных импульсов составляет примерно 10 нсек.

На рис. 7 представлена зависимость счета телескопа от напряжения питания фотоумножителей, снятая в тех же условиях, что и для первой схемы. На рис. 8 дана зависимость счета от уровня дискриминации ТД<sub>2</sub>. Ток смещения туннельного диода измерялся в точке А (рис. 5). Схема имеет гораздо больший диапазон по току дискриминации, чем первая схема, что позволяет в принципе увеличить кратность совпадений. На рис. 10 показана кривая разрешения схемы совпадений при токе смещения 16 ма, разрешающее время равно 12 нсек. Из рисунка видно, что высокая крутизна спадов кривой позволяет уменьшить при необходимости разрешающее время схемы до 4-5 нсек. Максимально возможное время разрешения ограничено только длительностью входных импульсов.

На рис. 11 представлена схема выходного усилителя, использовавшегося в обеих схемах совпадений, когда требовалось получить выходной импульс положительной полярности. Амплитуда выходного импульса составляет 3 в при длительности 50нсек. В обеих схемах использовались триоды типа 1Т308В.

В заключение необходимо отметить, что описанные выше схемы совпадений длительное время успешно используются в экспериментах на синхродиклотроне Лаборатории ядерных проблем. Первая схема применялась для регистрации быстрых электронов счетчиками с размером пластического сцинтиллятора 200x200x10 мм /10/.

Автор считает своим долгом выразить благодарность К.О.Оганесяну за постоянное внимание к работе, а также И.Ф.Колпакову за полезные обсуждения.

#### Л и т е р а т у р а

1. А.Ф. Дунайцев. Препринт ОИЯИ Р-1437, Дубна, 1963 г. ПТЭ, № 6, 77 (1964).
2. И.А. Голутвин, Ю.В. Заневский. Препринт ОИЯИ 1558, Дубна 1964.
3. И.А. Голутвин, Ю.В. Заневский. Препринт ОИЯИ 1519, Дубна, 1964.
4. Б.Н. Кононов, Ю.А. Чуринов. ПТЭ, № 4, 67, (1963).
5. А.С. Сидоров. Импульсные схемы на туннельных диодах. Полупроводниковые приборы и их применение, вып. 12. Советское радио, 1964.
6. И.Ф. Колпаков. Препринт ОИЯИ 1417, Дубна, 1963. ПТЭ № 5, 99 (1964).
7. А.Г. Морозов. Препринт ОИЯИ 1333, Дубна, 1963; ПТЭ, № 3, 57, (1964).
8. R.Sugauman et al. 100-Nc Counting System. Proc. of Intern. Atomic Agency, Belgrade, Conf III, 3, Vienna (1962).
9. И.Ф. Колпаков. Препринт ОИЯИ Р-1633, Дубна, 1964.
10. С.Г. Басиладзе, П.Ф. Ермолов, К.О.Оганесян. Препринт ОИЯИ Р-2153, Дубна, 1965.

Рукопись поступила в издательский отдел  
18 августа 1965 г.

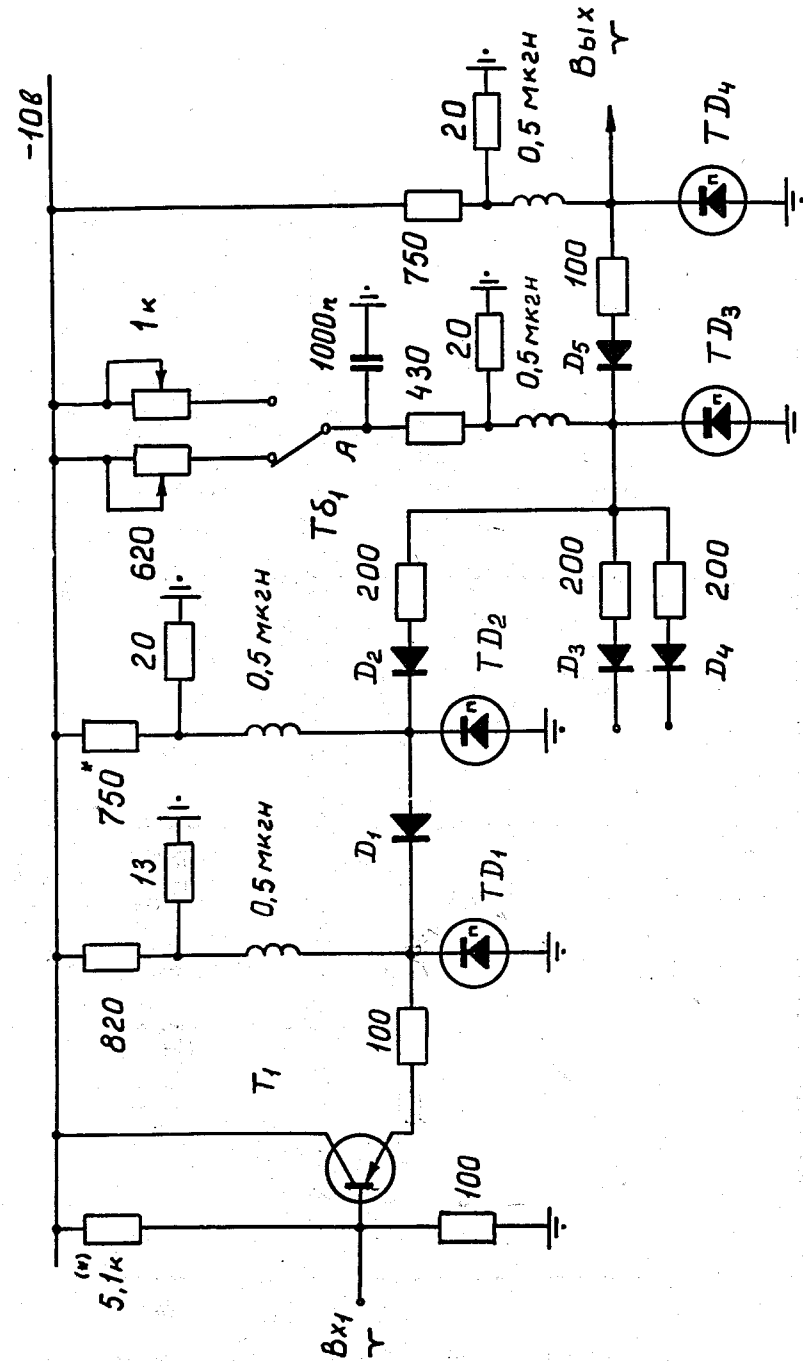


Рис. 1. Канал совпадений с временем разрешения 2-5 нсек (СС<sub>1</sub>).

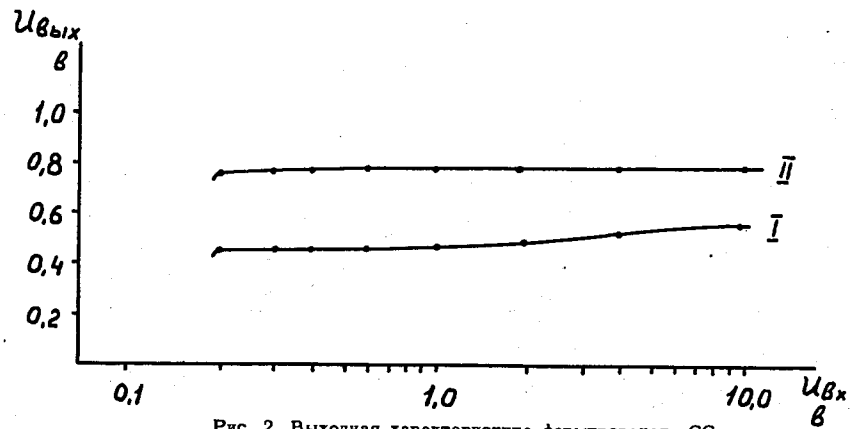


Рис. 2. Выходная характеристика формирователя  $CC_1$ .

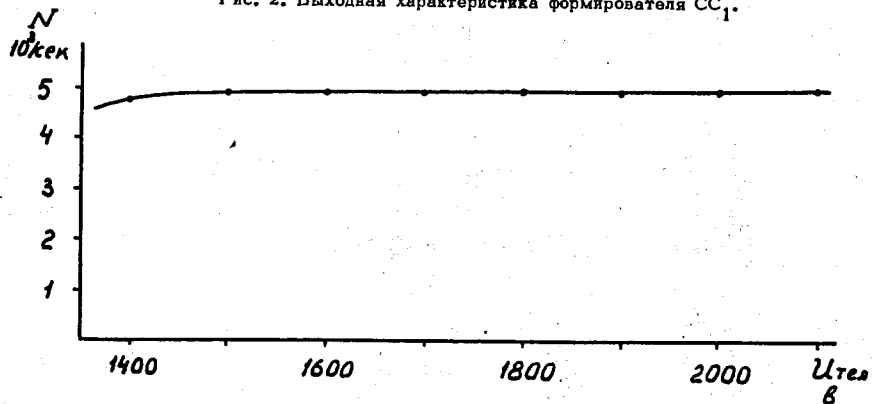


Рис. 3. Зависимость счета тройного телескопа от напряжения на фотоумножителях на пучке  $\pi^-$ -мезонов для  $CC_1$ .

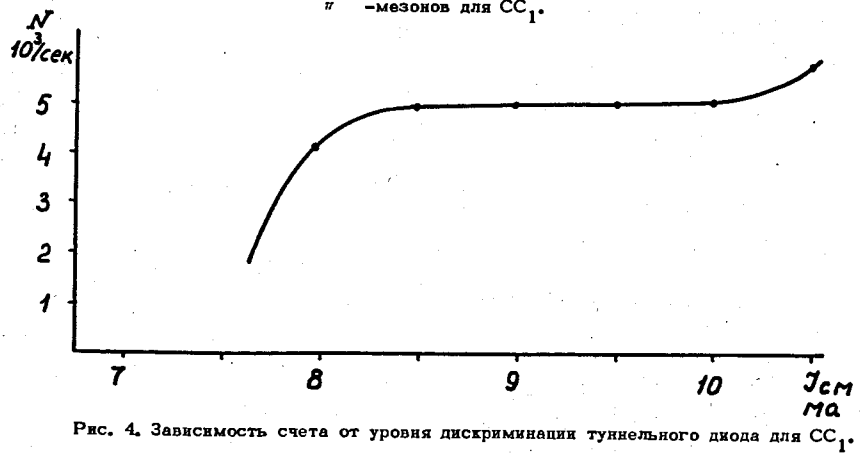


Рис. 4. Зависимость счета от уровня дискриминации туннельного диода для  $CC_1$ .

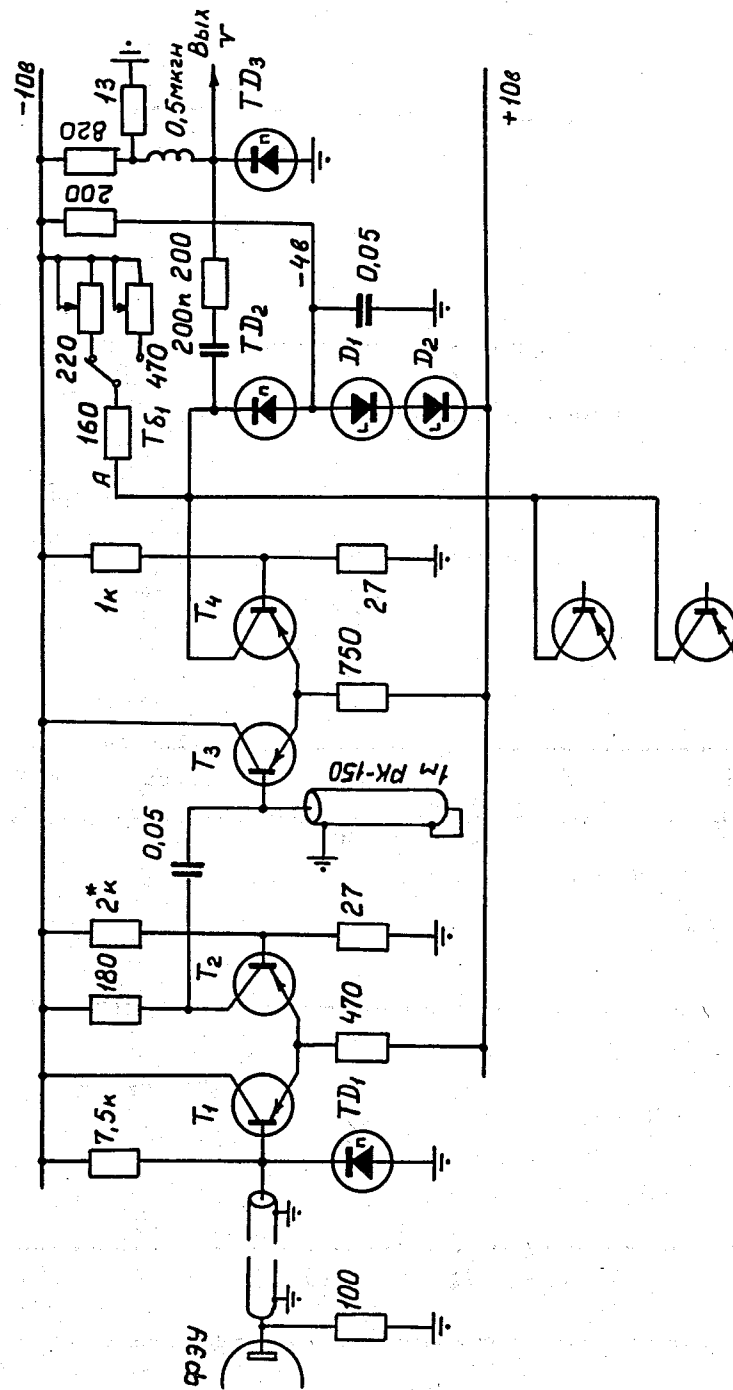


Рис. 5. Канал совпадения схемы с временем разрешения 10 нсек ( $CC_2$ ).

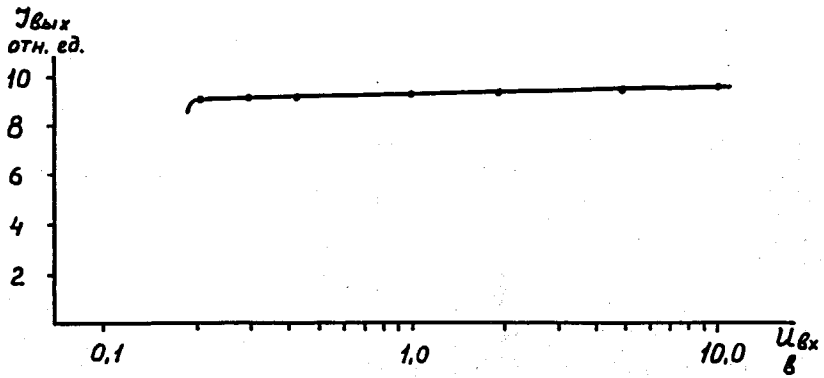


Рис. 6. Выходная характеристика формирователя  $CC_2$ .

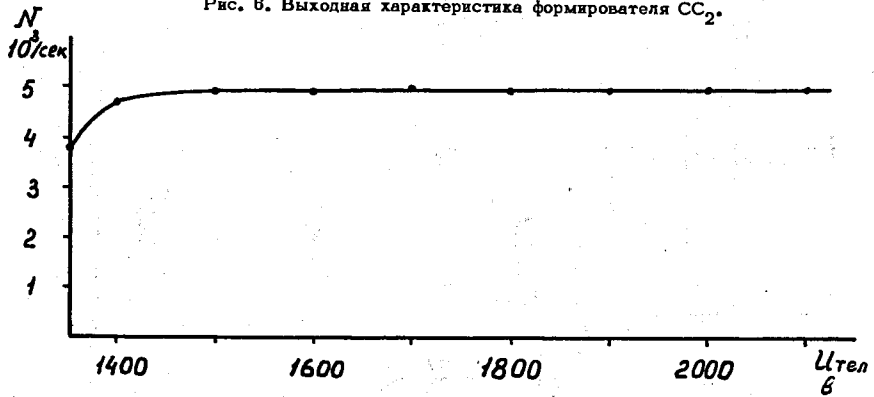


Рис. 7. Зависимость счета тройного телескопа от напряжения на фотоумножителях на пучке  $\pi$ -мезонов для  $CC_2$ .

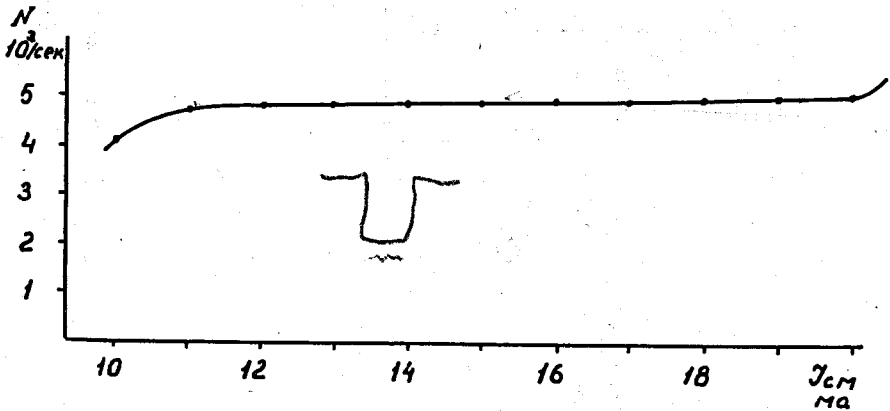


Рис. 8. Зависимость счета от уровня дискриминации туннельного диода для  $CC_2$ .

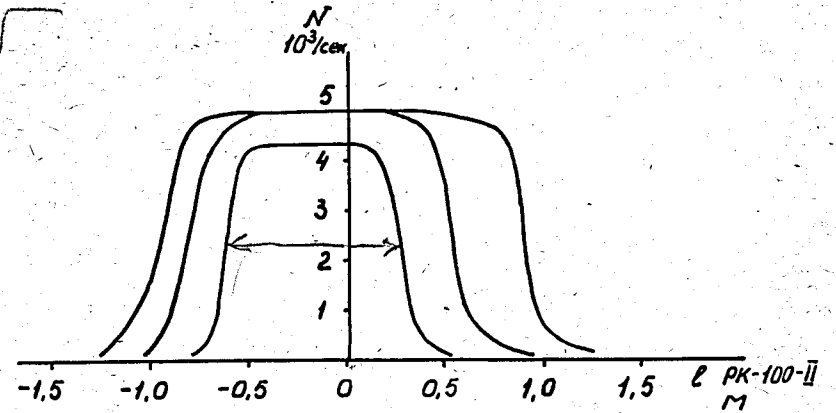


Рис. 9. Кривые разрешения  $CC_1$  ( $U_{тел} = 2000$  в).

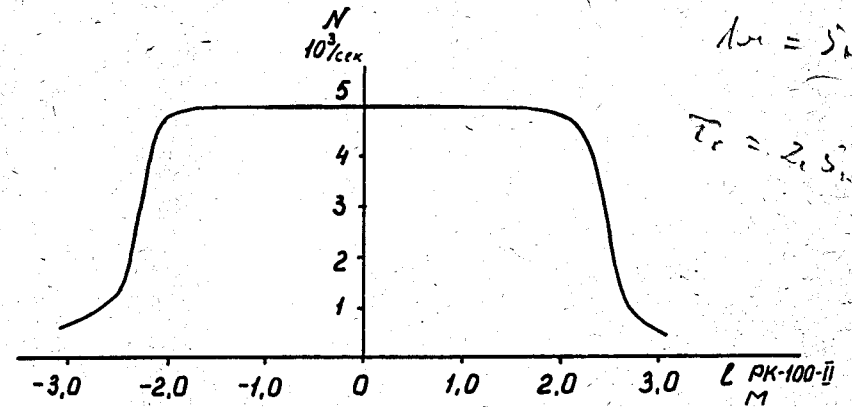


Рис. 10. Кривая разрешения  $CC_2$  ( $I_{тел} = 2000$  в).

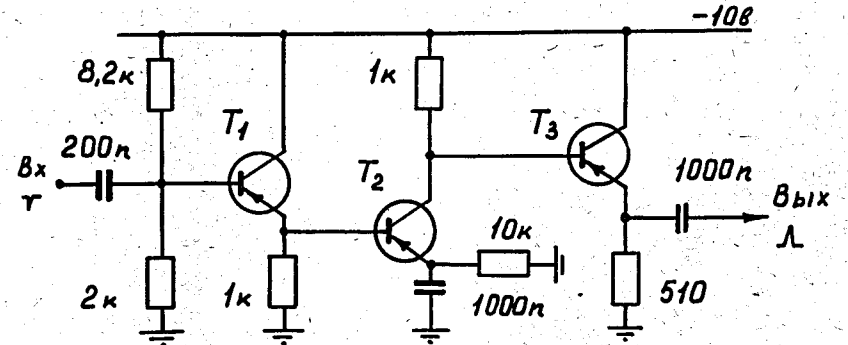


Рис. 11. Схема выходного усилителя.