

2384

Экз. чит. зала

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

2384



И.Ф. Колпаков

ИНТЕГРАЛЬНЫЙ АМПЛИТУДНЫЙ  
ДИСКРИМИНАТОР ИМПУЛЬСОВ  
НАНОСЕКУНДНОГО ДИАПАЗОНА  
НА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ЭЛЕМЕНТАХ

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

1965

2384

И.Ф. Корпаков

ИНТЕГРАЛЬНЫЙ АМПЛИТУДНЫЙ  
ДИСКРИМИНАТОР ИМПУЛЬСОВ  
НАНОСЕКУНДНОГО ДИАПАЗОНА  
НА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ЭЛЕМЕНТАХ

Направлено в ПТЭ

Описанный интегральный амплитудный дискриминатор предназначен в основном для экспериментов с быстрыми спятивляционными счетчиками. Он также может быть использован с другими детекторами, от которых поступают импульсы наносекундного диапазона. В качестве порогового элемента применялся туннельный диод. Такой выбор объясняется тем, что дискриминаторы импульсов наносекундного диапазона на туннельных диодах значительно проще аналогичных транзисторных и ламповых схем и обладают лучшими характеристиками /1/.

#### Принцип работы и выбор элементов

На рис. 1 поясняется принцип работы дискриминатора. Начальное состояние туннельного диода характеризуется рабочей точкой, расположенной на туннельной ветви вольтамперной характеристики. Для переключения диода требуется, чтобы входной положительный импульс тока  $I_{вх}$  (в представленной схеме полярность обратная) превышал сумму токов  $I_{см} + I_1$ , где  $I_{см}$  - ток начальной рабочей точки, а  $I_1$  - ток максимума диода. При переключении на диоде выделяется импульс напряжения. Чувствительность схемы определяется близостью начальной рабочей точки к вершине характеристики. Стабильность тока  $I_1$  туннельного диода обеспечивает сохранение чувствительности дискриминатора в широком диапазоне температур. Малая мощность рассеяния при выборе начальной рабочей точки на туннельной ветви характеристики позволяет использовать значительные обратные токи смещения, что обуславливает широкий динамический диапазон дискриминатора. Быстродействие схемы определяется скоростью переключения туннельного диода (для современных диодов  $< 1$  нсек) и временем возврата рабочей точки в начальное состояние. Время возврата зависит не только от времени обратного переключения диода, но также от выбора параметров схемы. В выполненной схеме дискриминатора (см. рис. 2) пороговый туннельный диод ТД<sub>1</sub> включен в схеме одновибратора с индуктивностью. Время возврата такого одновибратора в исходное состояние пропорционально отношению  $\frac{L}{R + R_n}$ , где  $L$  - последовательная с диодом индуктивность,  $R_n$  - последовательное сопротивление диода и  $R$  - внешнее сопротивление нагрузки. Для уменьшения мертвого времени схемы сопротивление  $R$  взято предельно большим, но таким, что режим одновибратора еще обеспечи-

ается (43 ома на рис. 2). Индуктивность (0,5 мкГн на рис. 2) снизу ограничена длительностью фронта входного импульса. Анализ дискриминатора на одновибраторе с туннельным диодом показывает, что схема будет формировать выходные сигналы по длительности только при  $I_{см} > I_2$ , где  $I_2$  – ток минимума диода. При  $I_{см} < I_2$  схема будет работать в режиме триггера Шмита, то есть длительность выходных сигналов не будет пропорциональна длительности входных. Кроме того, качество формирования по амплитуде одиночным одновибратором на туннельном диоде при большом диапазоне амплитуд входных импульсов оказывается неудовлетворительным. Поэтому для стандартизации выходного сигнала был применен еще один одновибратор на диоде ТД<sub>2</sub>. Ток смещения задается на туннельный диод ТД<sub>1</sub> с коллекторов транзисторов Т<sub>4</sub>, Т<sub>5</sub> (типа 1Т303) путем изменения напряжения на делителе, включенном в их базы. Индуктивность 1 мкГн исключает влияние емкости коллектор-база на переходные процессы в одновибраторе. В делителе был применен потенциометр "Гелипот" (типа LP1310). Обращенный диод ОД из р-германия устраняет нежелательный сдвиг рабочей точки формирующего одновибратора на диоде ТД<sub>2</sub> при изменении смещения на пороговом диоде ТД<sub>1</sub>. Следует заметить, что обращенный диод ОД здесь включен в "непроводящем" направлении. Дело в том, что при крутых фронтах входных импульсов при достаточно больших амплитудах тока последних на последовательных с диодом ТД<sub>1</sub> индуктивностях выделяется сигнал, который способен заставить сработать диод ТД<sub>2</sub>, но при этом сигнале диод ТД<sub>1</sub> еще не переключается. Это обстоятельство приводит к неопределенности порога дискриминатора. Поскольку в схеме используются туннельные диоды 3И301 из арсенида галлия с амплитудой выходных импульсов напряжения ≈ 0,8 в, превышающей обратное напряжение обращенного диода из р-германия (порядка 0,5 в), при срабатывании диода ТД<sub>1</sub> обращенный диод ОД, включенный в "непроводящем" направлении, будет все же пропускать вершину импульса напряжения, что достаточно для запуска последующего одновибратора на диоде ТД<sub>2</sub>. Однако сигнал помехи, выделяемый на паразитных индуктивностях диода ТД<sub>1</sub>, не будет пропущен обращенным диодом. Входные импульсы (отрицательные по полярности) поступают на пороговый одновибратор через транзистор Т<sub>1</sub> (германиевый,  $\mu_{п} = 100$ ,  $f_a = 600$  МГц), который позволяет получить хорошее согласование схемы по входу и исключает обратное влияние дискриминатора на вход. Сформированные по амплитуде и длительности одновибратором на диоде ТД<sub>2</sub> импульсы напряжения усиливаются по амплитуде усилителем на транзисторах Т<sub>2</sub> (П418) и Т<sub>3</sub> (при – аналог П418). Надо отметить, что все связи в цепи сигнала в схеме выполнены по постоянному току (емкости на входе и выходе могут быть закорочены, так как они служат исключительно целям предохранения схемы от случайной подачи больших потенциалов). Это обеспечивает отсутствие смещения уровня порога дискриминации при больших статистических нагрузках по входным импульсам

### Характеристики, электрические и конструктивные параметры

Входные импульсы дискриминируются схемой в диапазоне амплитуд  $0,25 \div 12$  в. При дальнейшем увеличении амплитуды входных импульсов связь ее с порогом дискриминатора становится нелинейной, поэтому вводится ограничение больших амплитуд импульсов. Это ограничение устраняет также повторные срабатывания дискриминатора при больших входных сигналах. Пороговые характеристики дискриминатора снимались с импульсами длительностью 10 нсек, полученными от ртутного генератора. Результаты демонстрируются на рис. 3, где приведена зависимость амплитуды срабатывания от уровня порога дискриминатора для температур окружающей среды  $+20^{\circ}\text{C}$  и  $+60^{\circ}\text{C}$ . Для  $t = +20^{\circ}\text{C}$  в диапазоне входных амплитуд от 0,3 до 12,5 в интегральная нелинейность порога составляет менее 0,8%. Из рис. 3 видно, например, что при входных импульсах с амплитудами от 0,3 до 3 в интегральный температурный сдвиг уровня порога при  $+60^{\circ}\text{C}$  по сравнению с  $+20^{\circ}\text{C}$  не превышает  $\approx -135$  мв или  $\approx -3,4$  мв/ $^{\circ}\text{C}$ . Точность регистрации данной амплитуды входного импульса дискриминатором характеризуют относительной неопределенностью порога, под которой понимают относительное изменение амплитуды импульса на входе  $\frac{\Delta V_{\text{вх}}}{V_{\text{вх}}}$ , вызывающее увеличение амплитуды выходного импульса дискриминатора в некоторых установленных пределах. На рис. 4 приведена относительная неопределенность порога для различных уровней, выраженная в процентах. Выходные импульсы отсчитывались по уровням  $0,1 \div 0,5 V_{\text{вых.макс}}$ . Относительная неопределенность для входных амплитуд от 0,25 до 12,5 в не превышает 2,4%.

Мертвое время, измеренное с помощью генератора тройных импульсов, составляет 25 нсек. Измерения на послышке с числом импульсов до 20 дали величину мертвого времени не более 40 нсек.

Схема имеет два выхода. Амплитуда импульса на нагрузке 100 ом по первому выходу составляет 8 в, полярность — отрицательная, длительность на полувысоте — 10 нсек; по второму — амплитуда — 3 в, полярность — положительная, длительность на полувысоте — 8 нсек.

Потребляемая дискриминатором максимальная мощность составляет 3,8 вт. Он выполнен в виде стандартного блока с размерами по передней панели 120 x 40 мм (см. рис. 5).

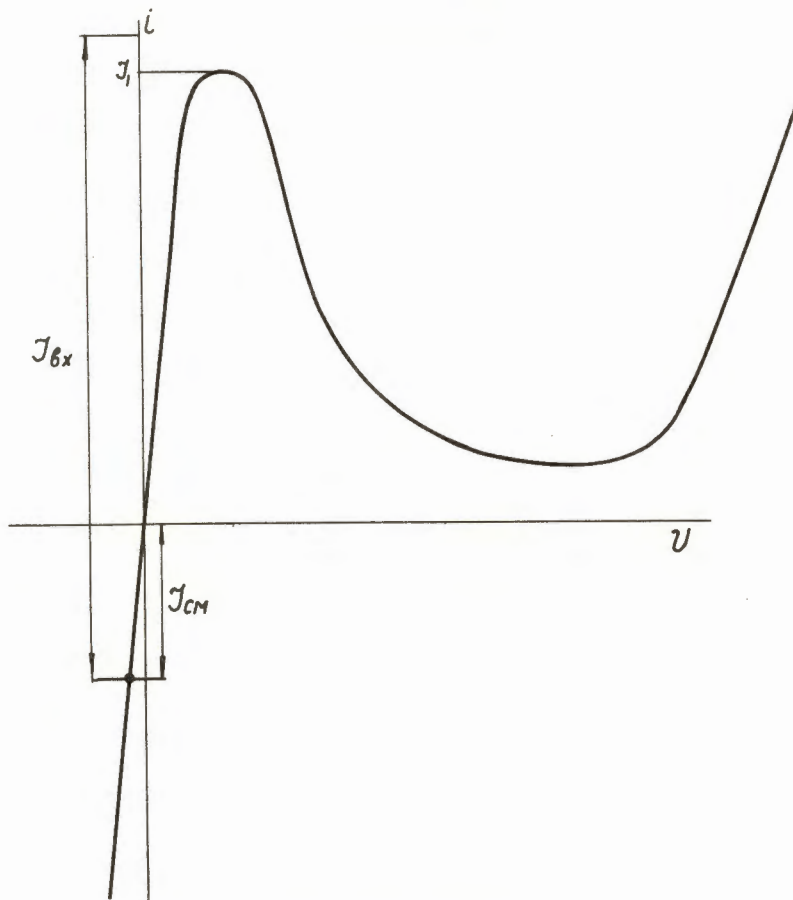
Дискриминатор успешно использовался в экспериментах на синхротронном ОИЯИ.

В заключение автор пользуется случаем, чтобы выразить благодарность Б.С.Краснобородову за монтаж, наладку и помощь в снятии характеристик и А.В. Купцову за помощь в измерениях.

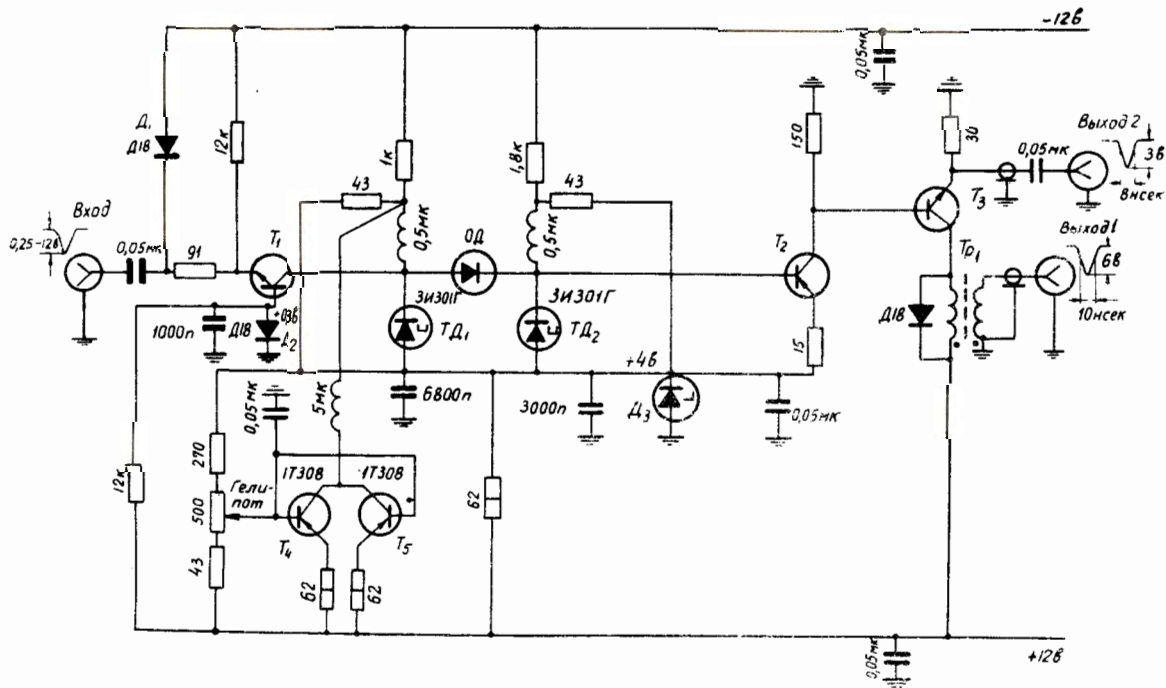
Л и т е р а т у р а

1. J. Winter. Nucl. Instrum. Meth., 28, n.2, 229-236 (1964).

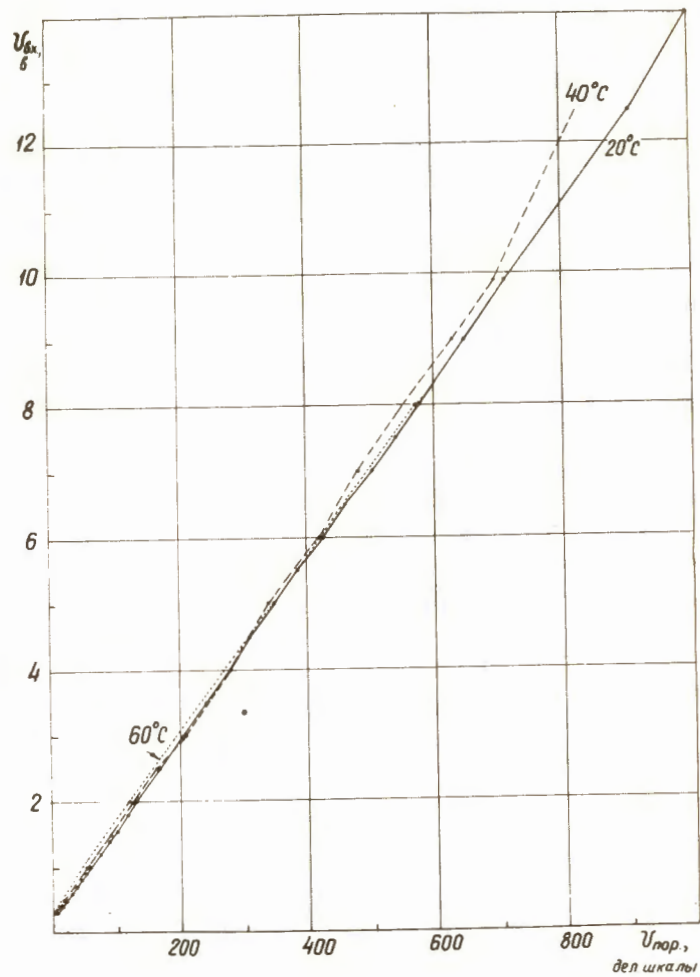
Рукопись поступила в издательский отдел  
4 октября 1965 г.



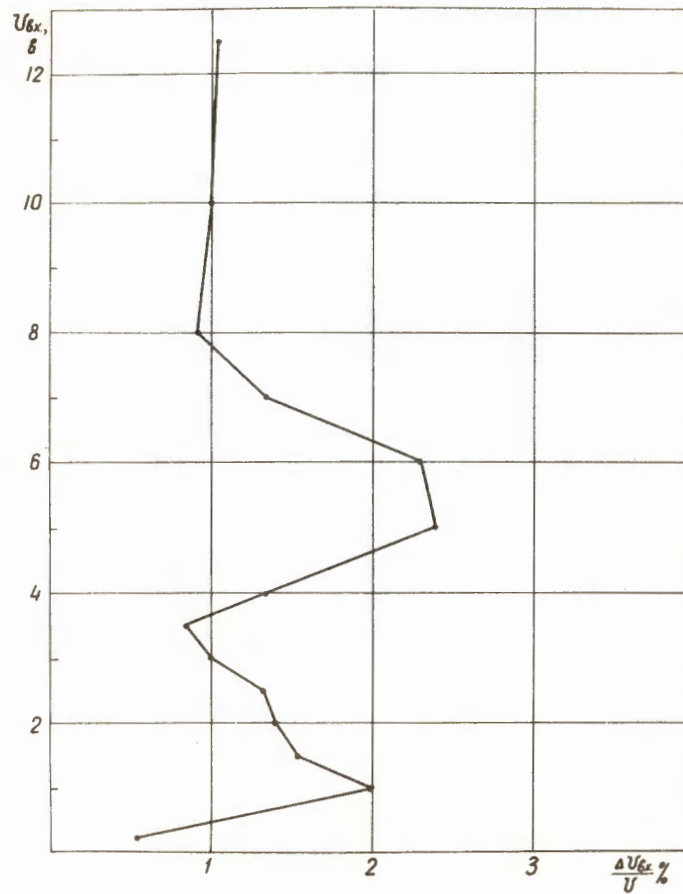
Р и с. 1. Выбор рабочей точки дискриминатора на туннельном диоде.



Р и с . 2. Принципиальная схема дискриминатора.

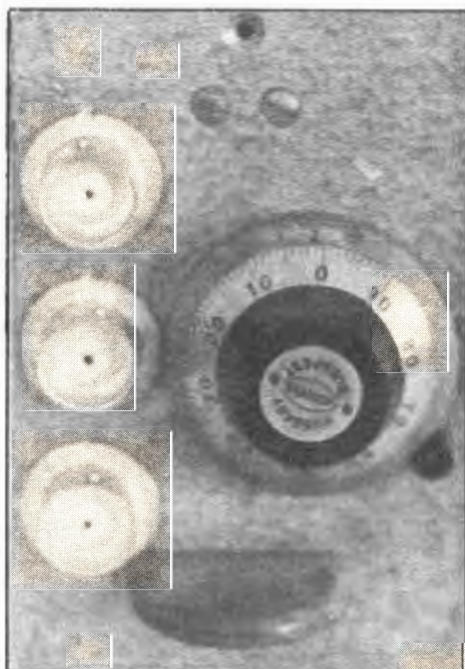


Р и с. 3. Зависимость амплитуды входных импульсов, вызывающих срабатывание дискриминатора, от установки уровня порога при различных температурах окружающей среды.



Р и с. 4. Относительная неопределенность порога для различных амплитуд входных импульсов.





Р и с. 5. Внешний вид дискриминатора со стороны передней панели.