

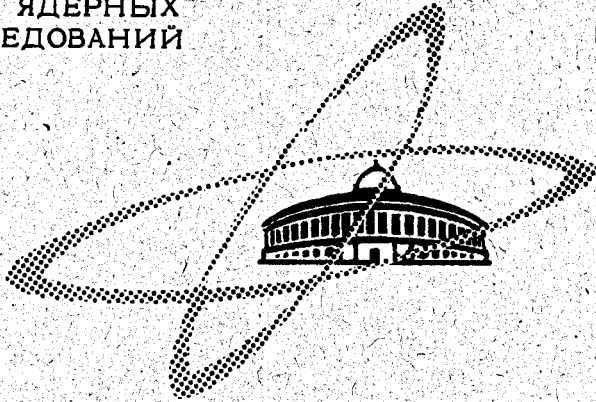
0-583

23/X-69

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P13 · 4696



Л.Ондреш, С.В.Рихвицкий, И.Н.Семенюшкин

ЛИНЕЙНЫЙ УДЛИНИТЕЛЬ  
НАНОСЕКУНДНЫХ ИМПУЛЬСОВ  
С БЛОКИРОВКОЙ ВХОДА

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

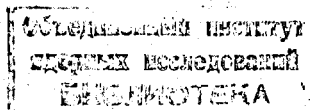
1969

P13 - 4696

Л.Ояриш, С.В.Рихвицкий, И.Н.Семенюшкин

ЛИНЕЙНЫЙ УДЛИНИТЕЛЬ,  
НАНОСЕКУНДНЫХ ИМПУЛЬСОВ  
С БЛОКИРОВКОЙ ВХОДА

Направлено в ПТЭ



## Введение

Амплитудные спектры сигналов от фотоумножителей (ф.э.у.) сцинтилляционных счётчиков, как известно, определяются оптическими свойствами сцинтилляторов и световодов (световой выход, поглощение, рассеяние, отражение), а также зависят от коэффициента усиления ф.э.у., линейных размеров сцинтилляторов и световодов. Под влиянием совместного действия этих факторов ширина амплитудного спектра может изменяться в больших пределах.

В зависимости от временных свойств сцинтилляционных счётчиков может изменяться и длительность импульсов от ф.э.у. в широких пределах.

Для измерения амплитудных спектров ф.э.у. при помощи стандартных многоканальных амплитудных анализаторов, работающих в микросекундном диапазоне, необходимо предварительное удлинение импульсов наносекундной длительности. При этом амплитуда выходных сигналов должна быть пропорциональна амплитуде входных импульсов независимо от их длительности, формы и частоты следования <sup>/1/</sup>. Искажения амплитудного спектра из-за наложения сигналов при большой загрузке, наличии фона, помех и шумов должны быть минимальными <sup>/2/</sup>.

С этой целью был разработан линейный удлинитель наносекундных импульсов с блокировкой входа канала удлинения.

### Технические данные

Входное сопротивление 50 ом. Выходное сопротивление (1) 50 ом, (2) 800 ом, (3) 235 ом (см. рис. 2).

Диапазон амплитуд входных импульсов - 0,2 ... 20 в, а) - 0,2...3,0 в, б) - 2,0 ... 20 в. Диапазон амплитуд выходных импульсов (1) - 0,01 ... 0,10 в, (2) - 0,16... 1,6 в, (3) - 8,2 в.

Диапазон длительности входных импульсов 5 ... 500 нсек. Длительность выходных импульсов (1) 1,0 мксек, (2) 1,0 мксек, (3) 1,0 мксек.

Полярность входных импульсов а) положительная, б) отрицательная. Полярность выходных импульсов - отрицательная.

Интегральная нелинейность не более 3%, максимальная частота следования импульсов 350 кгц, питание схемы - 12 в.

### Принцип действия

В схеме применяется принцип разрядки запоминающей емкости, потенциал которой изменяется на величину амплитуды входного импульса. Таким образом, прибор работает как пиковый вольтметр, и амплитуда выходного импульса в определенных пределах практически не зависит от длительности входных импульсов. Блокировка входа перед запоминающей емкостью достигается с помощью ключевой схемы запрета.

Блок-схема линейного удлинителя показана на рис. 1.

Переключаемый трансформатор Т дает возможность работать с входными импульсами обеих полярностей. Входной сигнал поступает одновременно в канал удлинения и в канал одновибратора, задающего длительность удлинения.

Сигнал, направленный в канал одновибратора, усиливается в блоке (1), а далее запускает одновибратор (2). Длительность импульса одновибратора равна 1 мксек. В канале удлинения сигнал задерживается кабелем длиной 7 метров и затем проходит через ключевую схему запрета (3). Последняя блокируется после прохождения сигнала импульсом одновибратора на время 1 мксек, чтобы устранить нежелательное наложение импульсов, приходящих на каскад удлинения прежде, чем окончится удлиненный импульс.

В удлинительном каскаде (4) импульс удлиняется до длительности 1 мксек, равной длительности одновибратора. Затем импульс подается через составной эмиттерный повторитель (5) на выход.

### Описание схемы

Принципиальная схема линейного удлинителя показана на рис. 2.

Канал одновибратора

Входные импульсы отрицательной полярности усиливаются в двухкаскадном усилителе Т6, Т7 с отрицательной обратной связью. Большие сигналы, кроме того, ограничиваются.

Усиленный импульс подается на вход одновибратора. Последний построен на транзисторах Т8, Т9 по схеме с эмиттерной связью.

Импульсы обеих полярностей, необходимые для работы канала удлинения, отбираются с делителей в коллекторах транзисторов Т8 и Т9. Кроме того, отрицательный импульс подается на выход (3).

## Канал удлинения

Отрицательный входной импульс задерживается кабелем и подается на ключевую схему запрета, состоящую из каскада с общей базой Т1 и транзистора Т2, который в исходном состоянии закрыт. Усиление каскада Т1 с общей базой равно приблизительно единице. Примерно через 100 нсек после прохождения сигнала через транзистор Т1 открывается транзистор Т2 импульсом одновибратора до насыщения и шунтирует коллекторную нагрузку Т1. Таким образом, входные импульсы, пришедшие после сигнала, не пропускаются в последующую схему в течение 1 мксек.

Удлинительный каскад состоит из эмиттерного повторителя Т3, нагруженного емкостью 100 пф, и ключа Т10. В исходном состоянии ток через Т3 и Т10 составляет 5 ма. Положительный импульс с одновибратора, несколько опережающий удлиняемый импульс на базе Т3, закрывает транзистор Т10, и ток через Т3 прекращается. Затем запоминающая емкость 100 пф разряжается пропорционально амплитуде импульса на базе Т3.

После прохождения входного сигнала через максимум Т3 закрывается, и напряжение на запоминающей емкости сохраняет свою величину до тех пор, пока не откроется Т10, так как составной эмиттерный повторитель, построенный на транзисторах Т4 и Т5, имеет высокое входное сопротивление.

Для работы удлинителя с многоканальным амплитудным анализатором АИ-128 импульс на выходе (2) ослабляется делителем, при этом на выходе (1) передний и задний фронты у него искусственно затягиваются.

## Заключение

Исследование удлинителя проводилось при помощи генератора коротких импульсов ГКИ-4 и многоканального амплитудного анализатора АИ-128.

Измерены параметры удлинителя в диапазоне амплитуд входных импульсов от 0,2 до 20 в при длительностях от 5 до 100 нсек.

1. Амплитудные характеристики удлинителя при разных длительностях импульсов на входе показаны на рис. 3 и рис. 4. Интегральная нелинейность - не более +3%. Нелинейность при малых амплитудах наблюдается за счёт нелинейной характеристики разрядного транзистора и небольшого пьедестала, выделяющегося на запоминающей емкости во время прихода импульса с одновибратора.

Из графиков видно, что амплитудные характеристики при 30, 50 и 100 нсек полностью совпадают. При 10 нсек амплитуда выходного сигнала падает на  $\delta + 18\%$ , а при 5 нсек - на 50%. Линейность при этих длительностях сохраняется.

Временные характеристики удлинителя могут быть существенно улучшены, если подобрать разрядный транзистор с более высокочастотными параметрами. Одновременно следует позаботиться, чтобы выбранный транзистор выдерживал без пробоев обратное напряжение база - эмиттер, которое появляется при разрядке запоминающей емкости.

2. Характеристика удлинителя при наложениях импульсов показана на рис. 5.

Испытание блокировки входа канала удлинения проводилось при наложениях на малый импульс А (0,7 в) большого импульса В (2,0 в), длительность которых составляла 10 нсек. При этом задержка импульса В изменялась от 0 до 100 нсек. Из графика видно, что малая выходная амплитуда не зависит от наложения большого импульса на входе, если он запаздывает относительно малого импульса более чем на 60 нсек.

Эффективность блокировки, по-видимому, можно существенно улучшить, если уменьшить длительность фронта импульса одновибратора и вместо интегрирующей цепочки на входе транзистора ключевой схемы запрета включить соответствующую линию задержки.

Авторы выражают благодарность В.М.Вишняковой и М.Н.Шкобиной за большую помощь, оказанную при конструировании и испытании удлинителя, а также при оформлении работы.

#### Л и т е р а т у р а

1. А.Г.Петров. Препринт ОИЯИ, 13-4379, Дубна, 1969.
2. J.Lauch. Kerntechnik, 9, 3/4, 157 (1967).

Рукопись поступила в издательский отдел

5 сентября 1969 года.



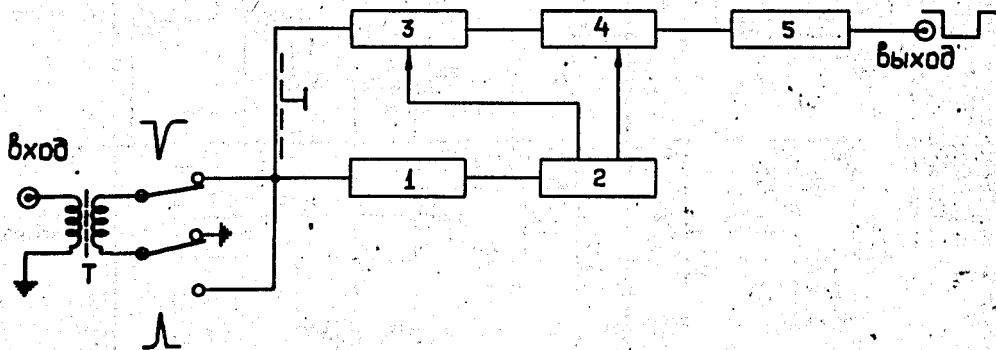


Рис. 1. Блок - схема удлинителя, 1 - усилитель, 2 - одновибратор, 3 - ключевая схема запрета, 4 - удлинительный каскад, 5 - составной эмиттерный повторитель, Т - переключаемый трансформатор.

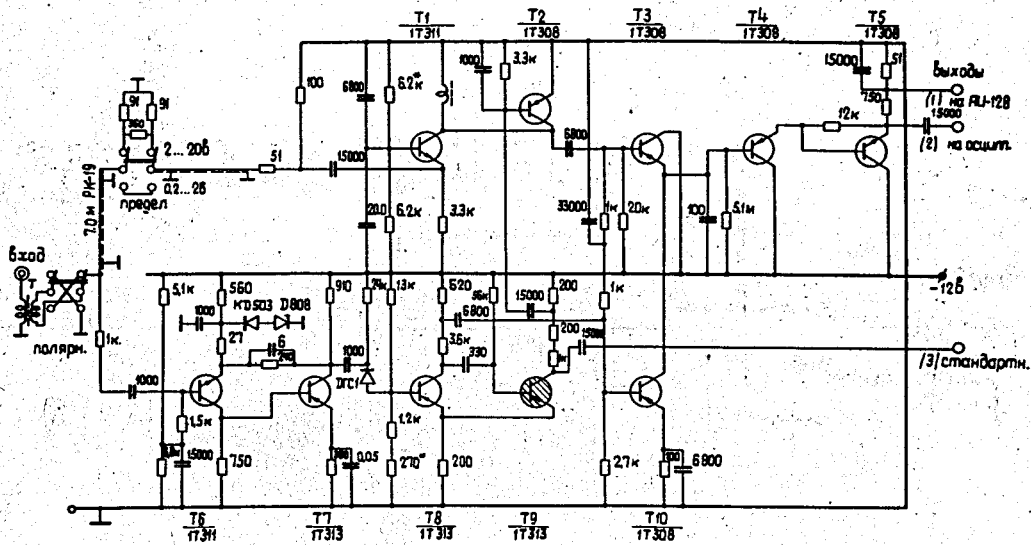


Рис. 2. Принципиальная схема.

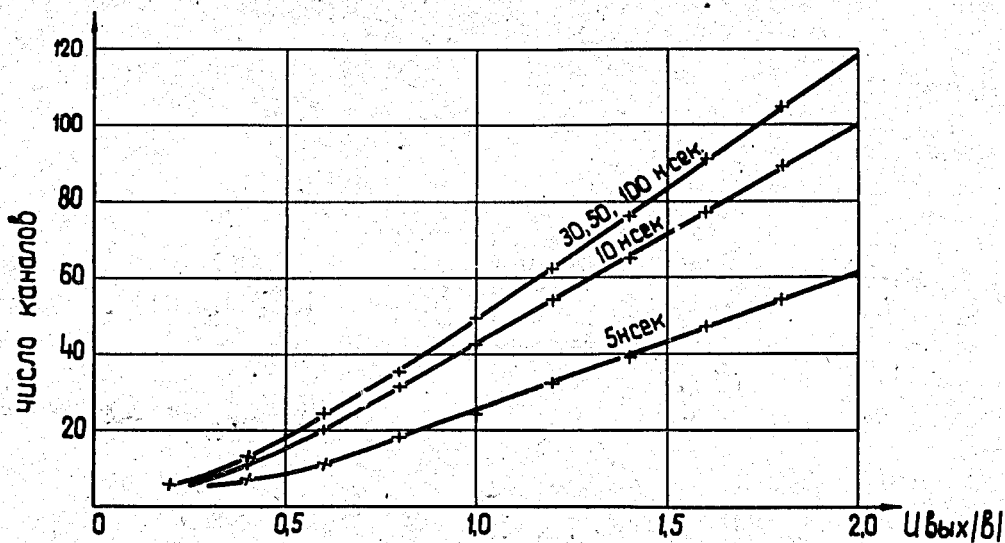


Рис. 3. Амплитудные характеристики в диапазоне 0,2 ... 2,0 в при разных длительностях импульсов на входе.

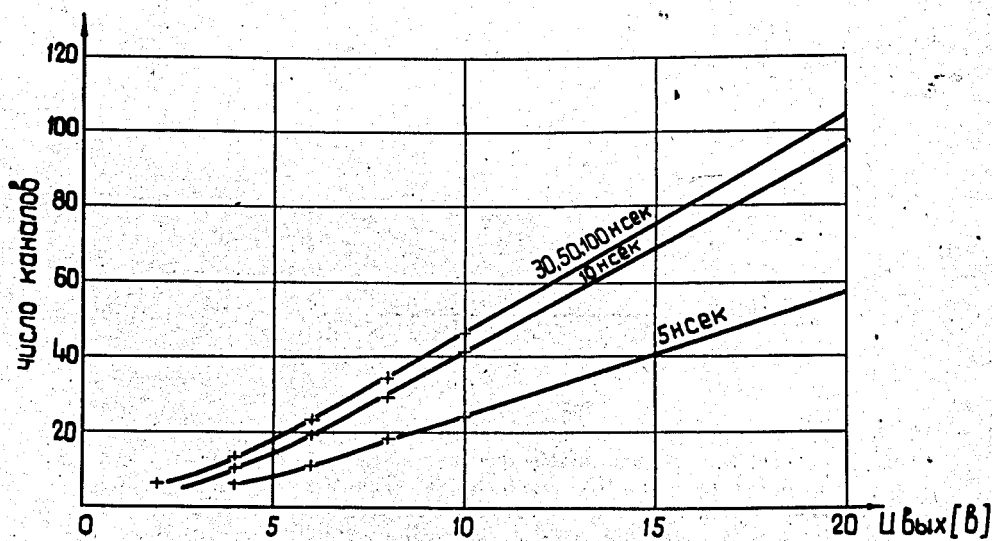


Рис. 4. Амплитудные характеристики удлинителя в диапазоне 2,0 ... 20 в при разных длительностях импульсов на входе.

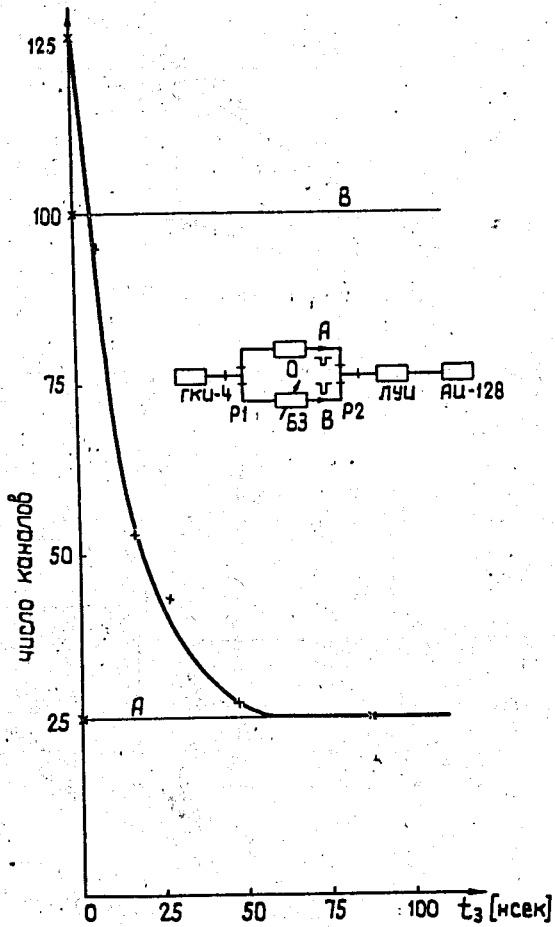


Рис. 5. Характеристика удлинителя при наложениях импульсов: А - импульсы 0,7в; 10 нсек; В - импульсы 2,0в; 10 нсек. ГКИ-4 - генератор импульсов. P1, P2 - раздвоители. О - ослабитель. БЗ - блок задержки. ЛУИ - удлинитель, ИА-128 - амплитудный анализатор.