

-20  
719



# ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лаборатория высоких энергий

---

Б. Малы, В.С. Пантуев, М.Н. Хачатурян

919

ДВАДЦАТИКАНАЛЬНЫЙ АМПЛИТУДНЫЙ  
АНАЛИЗАТОР

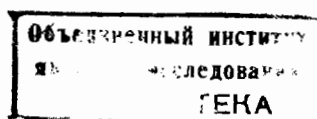
*ЖТНЭ, 1963, №2, с 73-75.*

Б. Мелы, В.С. Пантуев, М.Н. Хачатурян

919

ДВАДЦАТИКАНАЛЬНЫЙ АМПЛИТУДНЫЙ  
АНАЛИЗАТОР

Направлено в ЦТЭ



Описан амплитудный анализатор импульсов, предназначенный для ядерной спектрометрии. Импульсы непрерывного спектра превращаются в импульсы 12-ти дискретных амплитуд. Распределение по каналам производится лампой ЛП-1.

Мертвое время анализатора - 30 мксек, равномерность ширины каналов - 1%, стабильность порогов - 0,02%.

Конструирование и наладка многоканальных быстродействующих амплитудных анализаторов до сих пор продолжает оставаться трудной задачей, несмотря на появление в печати значительного числа работ на эту тему.

Среди описанных анализаторов привлекает своей простотой анализатор на ЛП-1<sup>1/1</sup>. Существенными недостатками этой схемы являются неравномерность каналов и нестабильность порогов. При этом неизбежно возникают наложения каналов или просветы между ними. С целью устранения этих недостатков нами была введена предварительная дискретизация амплитуд входных импульсов. С помощью схемы дискретизатора все входные импульсы преобразуются в стандартные, с плоской вершиной длительностью 5 мксек. Амплитуды выходных импульсов могут принимать лишь определенные дискретные значения, соответствующие амплитудам входных импульсов.

Таким образом, основные свойства анализатора определяются соответствующими качествами дискретизирующей схемы.

Анализатор состоит из следующих блоков:

1. входной блок,
2. дискретизатор,
3. анализатор на ЛП-1,
4. блок регистрации,
5. блок питания.

Входной блок включает предварительное растягивание импульсов по длительности и блокировку входа на время анализа. Дискретизатор преобразует непрерывный спектр амплитуд в дискретный. Блок с ЛП-1 распределяет импульсы по 12-ти каналам. Блок регистрации состоит из 12-ти пересчетных схем с механическими счетчиками на выходе.

Для получения дискретных амплитуд применяются поочередно принципы амплитудно-временной и время-амплитудной трансформации импульсов. Дискретизация амплитуд достигается промежуточной дискретизацией временных интервалов, в которые преобразованы амплитуды входных импульсов.

Диаграммы импульсов приведены на рис. 2.

Входные положительные импульсы с амплитудами до 80 в запоминаются по амплитуде схемой памяти III на время, необходимое для амплитудно-временной трансформации (2а). Одновременно запускается ударный генератор УГ, дающий серию коротких импульсов с интервалом следования  $T=1,2$  мксек (2б). Первым импульсом серии запускается генератор пилообразного напряжения ГП(2в).

Далее в схеме наложения СН на линейно нарастающее напряжение накладываются импульсы серии от ударного генератора (2г). Этот сигнал, а также сигнал с памяти (2а) поступают на схему сравнения СС, на выходе которой появится импульс (2д) в момент, когда напряжение "пилы" приблизится к амплитуде импульса на памяти. С выхода СС импульс поступает на дискриминатор сравнения ДС, обеспечивающий четкость порога сравнения.

Вследствие того, что на "пилу" наложены короткие импульсы серии УГ, импульс сравнения имеет такую же длительность и совпадает во времени с одним из импульсов УГ. Импульс с дискриминатора ДС может появиться только в дискретные моменты времени  $t_i$  по отношению к первому импульсу УГ ( $t=0$ ) в зависимости от амплитуды входного импульса:  $t_1 = T$ ,  $t_2 = 2T$ ,

$t_i = iT$  до  $t_n = nT$ , где  $n$  - полное число каналов анализатора.

Импульс от ДС опрокидывает обратно  $L_{10}$ /триггер генератора "пилы" и тем самым обрывает "пилу". Пилообразное напряжение нарастает от нулевого уровня с постоянной скоростью  $U/RC$ , а так как начало пилы по времени совпадает с первым импульсом УГ через дискретные отрезки времени  $t_i$ , то "пила" может достичь только дискретных значений амплитуд  $U_i$

$$U_1 = \frac{U T}{RC} ; U_2 = \frac{2UT}{RC} , \dots U_i = \frac{i U T}{RC} \dots U_n = \frac{nUT}{RC} .$$

Максимальное напряжение, достигнутое "пилой", запоминается второй схемой памяти П2 на время, равное нескольким мксек, (рис. 2е), необходимое для того, чтобы ЛП-1 могла его проанализировать. Выход с П2 через катодный повторитель подается на отклоняющие пластины ЛП-1.

Принципиальная схема всего анализатора приведена на рис. 3. Входной анализируемый импульс проходит через нормально открытую схему блокировки (Л<sub>1</sub>, Л<sub>2</sub>, Л<sub>3</sub>) на схему памяти (Л<sub>4</sub>, Л<sub>5</sub>, Л<sub>6</sub>). Если переключатель Т<sub>1</sub> находится в положении 1 ("внутренний запуск"), то анализируемый импульс со входного катодного повторителя Л<sub>1</sub> поступает также на вход схемы запуска (Л<sub>14</sub>, Л<sub>15</sub>, Л<sub>17</sub>), которая генерирует короткий положительный импульс, совпадающий по времени с передним фронтом входного импульса.

Схема запуска возбуждает ударный генератор (Л<sub>16</sub>, Л<sub>18</sub>), первый импульс которого опрокидывает триггер Л<sub>19</sub>. Отрицательный импульс с левого анода Л<sub>19</sub>:

- а) стартует генератор линейно-нарастающего напряжения ("пилы");
- б) обеспечивает условие регенерации в ударном генераторе (Л<sub>16</sub>, Л<sub>18</sub>);
- в) запирает разрядную лампу первой схемы памяти (Л<sub>6</sub>);
- г) блокирует схему запуска (Л<sub>14</sub>) на время анализа.

Линейно нарастающее напряжение с Л<sub>21</sub>-Л<sub>22</sub> подается на схему сравнения Л<sub>7</sub>-Л<sub>8</sub>. Наложение импульсов ударного генератора на пилу достигается последовательным включением вторичной обмотки Тр-III в цепь подачи пилы на Л<sub>8</sub>. "Зазубренная" пила и выходной импульс с первой схемы памяти сравниваются в схеме сравнения Л<sub>7</sub>-Л<sub>8</sub>. Импульс на аноде Л<sub>8</sub> запускает дискриминатор сравнения Л<sub>9</sub>, который в свою очередь опрокидывает бинарную ячейку (триггер пилы) Л<sub>19</sub> в нормальное положение.

Вследствие дискретности во времени появления "зазубрин" относительно начала пилы ее амплитуда может достигать только дискретных значений, так как именно одна из "зазубрин" прерывает нарастание "пилы" и вызывает ее срыв.

Дискретные амплитуды, достигаемые пилой, запоминаются второй схемой памяти  $L_{23}-L_{24}$  на время, равное длительности импульса дискриминатора сравнения ( $L_9$ ) и подаются через два катодных повторителя ( $L_{26}$ ) на отклоняющие сетки ЛП-1.

На время плоской вершины выходных импульсов, имеющих дискретные амплитуды, лампа ЛП-1 открывается подачей на модулятор положительного 60 в импульса от дискриминатора  $L_9$  через катодный повторитель  $L_{10}$ . На нагрузке 91 Ком одного из 12-ти собирающих электродов ЛП-1 появится отрицательный импульс около 20 в, который затем идет в блок регистрации на пересчетную схему.

Блокировка входа на время анализа осуществляется следующим образом.

Нарастающая "пила" с выхода второй схемы памяти (правый катод  $L_{24}$ ) запускает дискриминатор блокировки  $L_{28}$ . На левом аноде  $L_{28}$  появляется стандартный импульс постоянной длительности, задержанный на 2-3 мксек от начала "пилы", в зависимости от порога срабатывания  $L_{28}$ .

Таким образом, после прихода анализируемого импульса входная блокировка  $L_1-L_3$  закрывается на время 30 мксек, не зависящее от амплитуды входного импульса.

Блокинг-генератор  $L_{18}$  работает в режиме ударного генератора, что достигается включением линии задержки (90 см РКЗ-401) в третью обмотку блокинг-трансформатора. Если отрицательный импульс блокинг-генератора, проходя по линии задержки, встретит на конце кабеля большое сопротивление нагрузки  $R > \rho_{\text{волн}}$ , равное 400 ом, то импульс отражает в той же фазе и через время  $2\tau$ , вновь запускает  $L_{18}$ , т.е. имеется условие самовозбуждения блокинга с периодом повтора  $2\tau$ .

Если нагрузку  $R$  понизить до  $R = \rho_{\text{волновое}}$ , отражений не будет, и регенерация импульсов прекратится. Нагрузкой конца линии задержки является катодный импеданс правого триода  $L_{16}$ , равный примерно 250 ом, плюс последовательно включенное сопротивление 180 ом.

Когда отрицательным импульсом триггера  $L_{19}$  этот триод полностью заперт, регенерация вновь возможна. После окончания импульса триггера  $L_{16}$  отпирается и регенерация прекращается.

Генератор пилы ( $L_{20,21,22}$ ) собран по обычной схеме заряда емкости  $C = 68$  пф через диод  $L_{20}$ , зарядное сопротивление  $R = 470$  Ком, с кагодным повторителем на лампе  $L_{22}$ , работающей в пентодном режиме для лучшей линейности. Нижний диод  $L_{20}$  поддерживает нулевой уровень начала пилы. Скорость нарастания пилы

$$\frac{U}{R(C+C_p)} = 4 \frac{\text{ВОЛЬТ}}{\text{мксек}} .$$

$L_{12}$  является дискриминатором Шмитта с порогом, соответствующим импульсам с амплитудами выше 12-го канала, т.е. представляет собой выход 13-го интегрального канала.

Блок регистрации состоит из 12-ти пересчетных схем на 8 с выходом на счетчики МЭС-54 (рис. 4).

При необходимости иметь большее число каналов можно применить две лампы ЛП-1 последовательно, соответственно изменив схему анализатора, причем изменения не носят принципиального характера.

Технические характеристики анализатора:

- число каналов - 12;
- порог первого канала - 5 вольт;
- ширина канала - 5,79 вольт;
- емкость канала - 8000 импульсов.

Имеется выход для интегрального счета импульсов выше амплитуды 12 канала. "Мертвое" время анализатора - 30 мксек.

Максимально допустимая загрузка статистически распределенными импульсами - 5000 имп/сек.

Анализатор позволяет работать с внешним запуском при разрешающем времени 3 мксек. Требования к форме входного импульса:

- время нарастания  $\leq 3$  мксек; длительность  $\geq 1$  мксек.
- Стабильность порогов в течение рабочего дня  $\leq \pm 0,2\%$ .

Неравномерность ширины каналов  $\leq \pm 1\%$ .

Анализатор использовался при калибровке черенковского спектрометра полного поглощения <sup>222</sup>Rn.

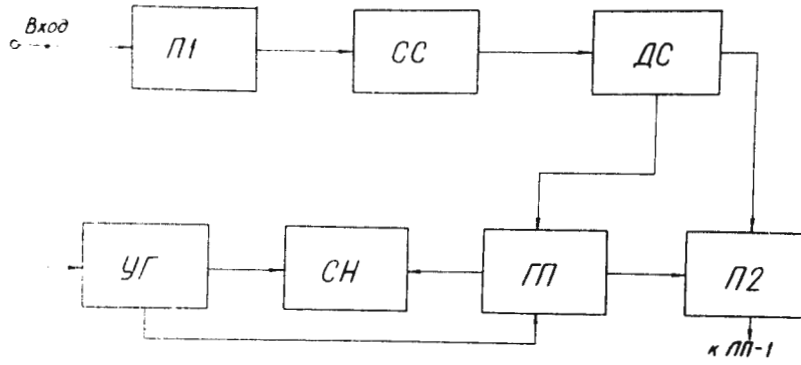


Рис. 1. Блок-схема дискретизатора.

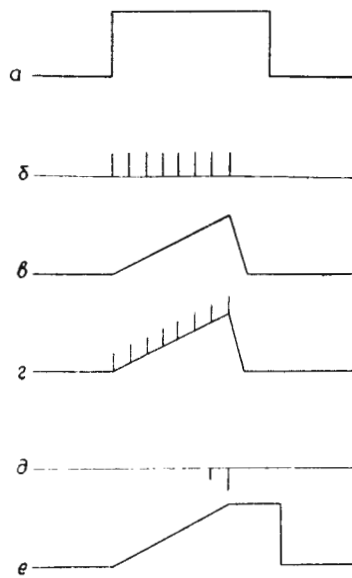


Рис. 2. Осциллограммы импульсов в блоке дискретизатора:

- а - на катоде  $L_5$
- б - на аноде  $L_{18}$
- в - на катоде  $L_{22}$
- г - на управляющей сетке  $L_8$
- д - на аноде  $L_8$
- е - на катоде  $L_{23}$ .





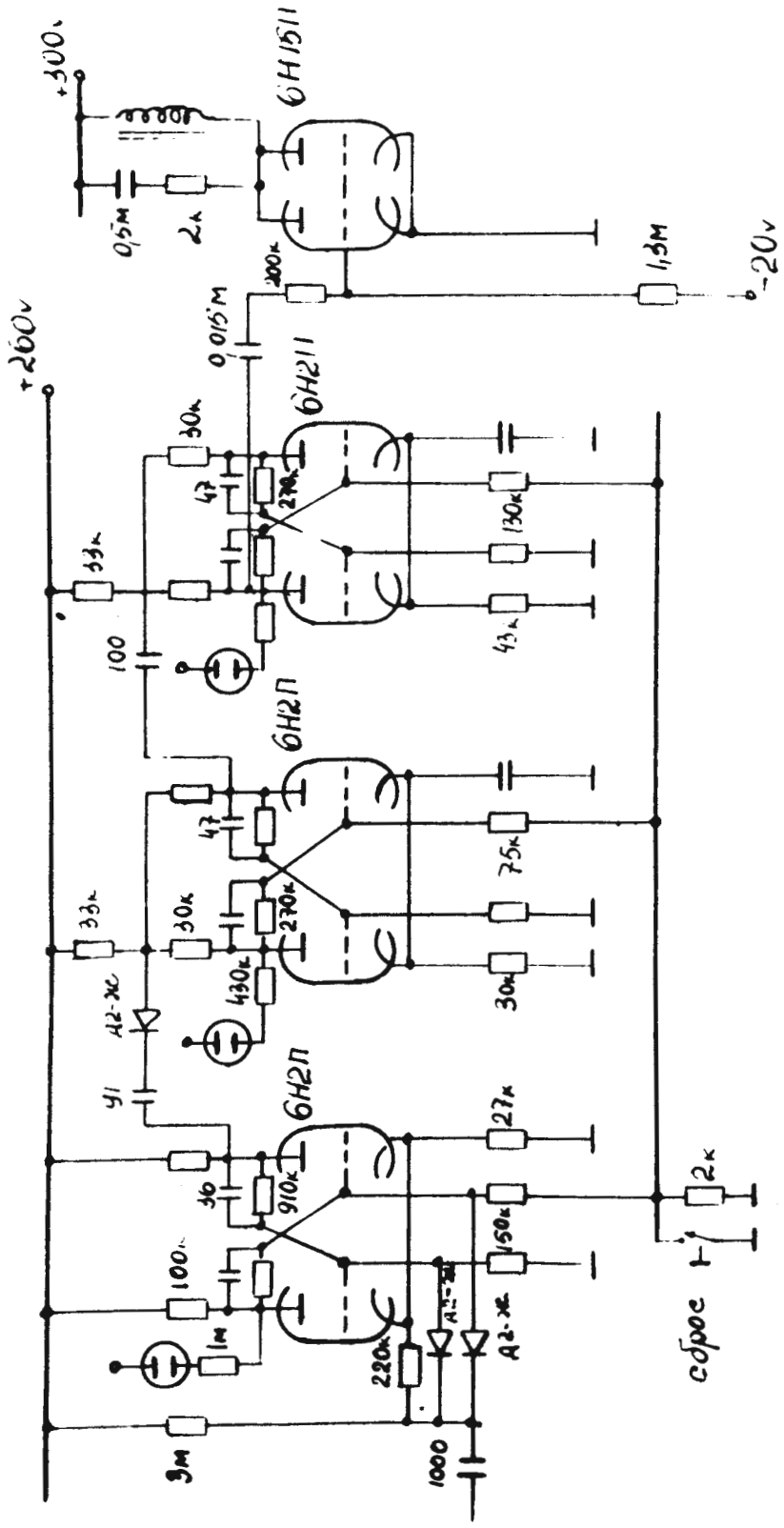
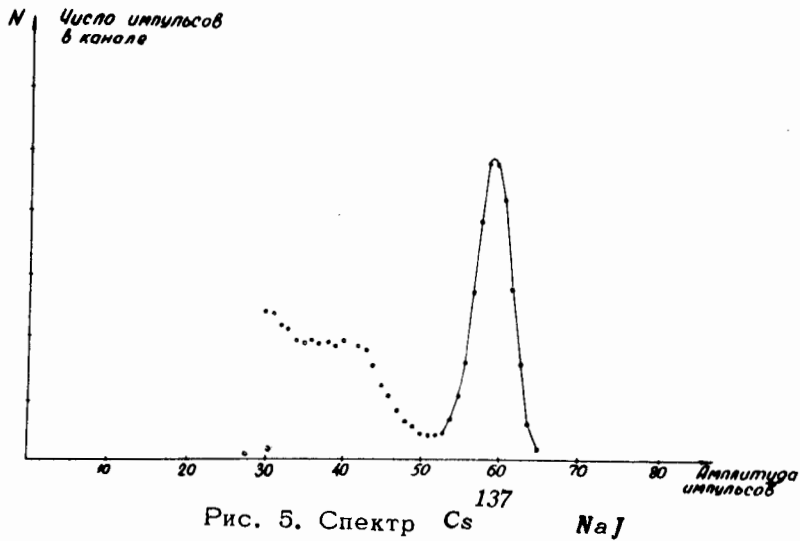


Рис. 4. Пересчетная схема блока регистрации.



### Л и т е р а т у р а

1. Е.В.Кузнецов. 24-канальный амплитудный анализатор на электронном переключателе типа ЛП-1, ПТЭ, 1, 956, № 2.
2. В.С.Пантуев, М.Н.Хачатурян, И.В.Чувило. Черенковский спектрометр полного поглощения. ПТЭ, № 1, 1960 г.

Рукопись поступила в издательский отдел  
17 февраля 1962 года.