

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лаборатория ядерных проблем

P-385

Э. Илиеску

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ,  
ФОРМИРУЮЩАЯ ИМПУЛЬС  
С МАЛОЙ ЗАДЕРЖКОЙ,  
ДЛЯ РАБОТЫ С ГОДОСКОПОМ  
В РЕЖИМЕ ИМПУЛЬСНОГО ПИТАНИЯ

Дубна 1959 год

Э. Илиеску

449/3  
СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ,  
ФОРМИРУЮЩАЯ ИМПУЛЬС  
С МАЛОЙ ЗАДЕРЖКОЙ,  
ДЛЯ РАБОТЫ С ГОДОСКОПОМ  
В РЕЖИМЕ ИМПУЛЬСНОГО ПИТАНИЯ

Физико-математический институт

ядерных исследований

БИБЛИОТЕКА



## 1. Введение

Как известно /1,2/, газоразрядные счетчики в режиме управляемого импульсного питания работают с большой эффективностью несмотря на то, что питающее высокое напряжение подается после прохождения ионизирующей частицы через них. Высокая эффективность регистрации ионизирующих частиц газоразрядными счетчиками основана на "памяти" о проходящих частицах, присущей газоразрядным счетчикам в режиме импульсного питания в течение определенного промежутка времени  $T_0$  после их прохождения. Обычно до прохождения интересующих нас частиц газоразрядные счетчики питаются невысоким постоянным напряжением  $V_0$ , убирающим электроны и ионы, созданные проходящими фоновыми частицами. В момент появления исследуемого явления система управляющих счетчиков вырабатывает импульс, который запускает генератор импульса высокого напряжения. Питающий импульс высокого напряжения подается на катоды газоразрядных счетчиков с некоторой задержкой  $T_3$  / $T_3$  отсчитывается от момента прохождения частицы через счетчики/, возникающей при формировании управляющего импульса, а также самого питающего импульса. Очевидно, что высокая эффективность регистрации сохраняется до тех пор, пока  $T_3 < T_0$ . Расчеты показали /1/, что чем меньше отношение  $T_3/T_0$ , тем меньше просчетов. С другой стороны, разрешающее время счетчиков пропорционально  $T_0$ . Отсюда понятно, что работать с газоразрядными счетчиками, обладающими высокой эффективностью регистрации, и в то же время хорошей разрешающей способностью, можно только в том случае, если  $T_3$  мало. Следовательно, управляющая система счетчиков, работающих с годоскопом, составленным из газоразрядных счетчиков в режиме импульсного питания, должна формировать управляющий импульс с минимальной задержкой, а генератор питающего импульса высокого напряжения также должен давать питающий импульс с небольшой задержкой.

Ниже описывается схема, предназначенная для управления годоскопической системой газоразрядных счетчиков в режиме импульсного питания, используемой в настоящее время для измерения спиновой корреляции, возникающей в упругом рр-рассеянии при больших энергиях. Поскольку измерения должны проводиться в тяжелых фоновых условиях, мы стремились получить для годо-

скопа хорошую разрешающую способность за счет уменьшения до минимума времени формирования управляющего импульса, запускающего генератор импульса высокого напряжения. В качестве управляющих счетчиков используются четыре сцинтилляционных счетчика, включенных на совпадения, и два на антисовпадения с первыми. Генератором импульса высокого напряжения служит схема импульсного модулятора с тиратроном в качестве коммутирующего устройства. В работе /3/ было показано, что для того, чтобы в такой схеме получить импульс высокого напряжения с минимальной задержкой, на сетку тиратрона надо действовать импульсом с большой амплитудой и крутым передним фронтом.

Следовательно, перед нами стояла задача получить с минимальной задержкой импульс с амплитудой в несколько сот вольт с коротким передним фронтом для быстрого зажигания тиратрона, используя для этого импульсы шести управляющих сцинтилляционных счетчиков, включенных как было указано выше.

### 11. Блок-схема устройства

Система управления была осуществлена по блок-схеме, показанной на рис. 1. Импульсы от шести сцинтилляционных счетчиков поступают в шесть одинаковых каналов. Каждый канал содержит катодный повторитель /к.п./, отрезок передающего кабеля и усилитель-ограничитель /у.о./. Первые четыре канала включены на совпадения, а последние два канала /5,6/ включены на антисовпадения с первыми четырьмя не прямо, а посредством вспомогательной схемы двукратных совпадений / импульсы канала 5 или 6, или обоих каналов сразу, совпадают с импульсами канала 4/ и фазоинвертора /ф.и./. Импульсы со схемы совпадений и антисовпадений через дискриминатор Д поступают на одновибратор. Положительные импульсы с одновибратора  $OB_1$ , через катодный повторитель подаются на блокинг-генератор, который вырабатывает большой положительный импульс для запуска тиратрона. Одновибратор  $OB_1$  дает также отрицательные импульсы, которые посылаются на пересчет. При наладке схемы используется одновибратор  $OB_2$ , который срабатывает от импульсов схемы двойных совпадений.

### 111. Принципиальная схема

На рис. 2 дана принципиальная схема устройства. Как было показано, все шесть каналов одинаковы. В любом канале отрицательные импульсы, снимаемые с анодного сопротивления фотоумножителя ФУ-33, через катодный повторитель /  $\Lambda_1 - \Lambda_6$  / и отрезок кабеля РК-50 длиной 2,5 м подаются на вход усилителя ограничителя /  $\Lambda_7 - \Lambda_{12}$  /. Катодный повторитель собран на лампе 6Н6П так, что один триод включен в качестве переменного катодного сопротивления другого триода. Хотя в стационарном режиме к.п. проводит только 18 мА, он позволяет передать отрицательные импульсы амплитудой до 10 вольт на низкоомную нагрузку в 150  $\Omega$  с коэффициентов передачи 0,9 так, что на входе усилителя-ограничителя /  $\Lambda_7 - \Lambda_{12}$  / легко может быть получен отрицательный импульс с амплитудой 9 вольт. Усилитель-ограничитель, собранный на лампе 6Ж9П, запирается отрицательным импульсом с амплитудой 3 вольта на его входе. В качестве анодной нагрузки усилителя используется формирующий кабель, образованный из отрезка кабеля РКЗ-400 длиной 5 см, закороченного на одном конце. При подаче отрицательного импульса амплитудой 3 вольта и выше на вход усилителя, на его входе получается положительный импульс длительностью  $1 \cdot 10^{-8}$  сек с фиксированной амплитудой. Такой импульс, сформированный по длительности и амплитуде, поступает на схему совпадений. Импульсы с каналов 1-4 поступают на схему четырехкратных совпадений / диоды  $D_1 - D_4$  /. Импульсы канала 4 поступают одновременно и на схему двукратных совпадений с импульсами каналов 5 и 6 / диоды  $D_6, D_7$  /. Схемы совпадений собраны аналогично схеме, приведенной в работе /4/. Это схема совпадений типа Гарвина на диодах. Ясно, что на выходе схемы двукратных совпадений будет импульс только тогда, когда на ее входе, кроме импульса в канале 4, будет импульс в канале 5 или 6 /или одновременно в обоих каналах 5 и 6/. Этот импульс через дискриминатор и фазоинвертор поступает в канал антисовпадений /диод  $D_5$ /, присоединенный к схеме четырехкратных совпадений. Такое подключение канала антисовпадений не прямо, а посредством схемы двукратных совпадений совместно с одним каналом совпадений, позволяет /5/ в условиях повышенного фона устранять загрузку канала антисовпадений, вызванную фоновыми частицами. Хорошая эффективность схемы антисовпадений достигается тем, что сбивающий импульс, поданный в катод диода  $D_5$ , при-

ходит на  $10^{-8}$  сек раньше начала формирования импульса совпадений /каналов 1-4/, и имеет длину немного больше  $2 \cdot 10^{-8}$  сек. Формирование импульса двукратных совпадений происходит соответственно на  $10^{-8}$  сек раньше формирования импульса четырехкратных совпадений, а это достигается тем, что вводится дополнительная задержка в  $10^{-8}$  сек. в каналах 1-3 /кабели разных длин на входах  $L_7 - L_{12}$  / по отношению к каналам 4-6, а в аноде лампы  $L_{10}$  формирующий кабель имеет длину 10 см и формирует импульс длительностью  $2 \cdot 10^{-8}$  сек. Следовательно, при наличии импульсов одновременно на входах всех шести каналов /на анодных нагрузках фотоумножителей/ на входы ламп  $L_7 - L_9$  приходят импульсы с задержкой на  $10^{-8}$  сек. больше, чем на входы ламп  $L_{10} - L_{12}$ . На анодах ламп  $L_7 - L_9, L_{11}, L_{12}$  образуются импульсы длительностью  $1 \cdot 10^{-8}$  сек, а на аноде  $L_{10}$  образуется импульс длительностью  $2 \cdot 10^{-8}$  сек. При отсутствии сбивающего импульса в канале антисовпадений, импульс четырехкратных совпадений проходит через дискриминирующий диод  $D_9$  на вход одновибратора  $L_{14}$ . Одновибратор собран на лампе со вторичной эмиссией 6В1П по схеме, аналогичной в некотором отношении описанной в работе /6/. Мы устранили имеющийся там катодный повторитель для подачи отрицательного смещения, избегая тем самым необходимость использования дополнительного источника отрицательного напряжения, дающего большой ток. Лампа  $L_{14}$  в начальном состоянии проводит небольшой ток, так что чувствительность одновибратора может быть очень высока в зависимости от смещения, поданного на анод диода  $D_{10}$ . Такой одновибратор дает на выходе большой импульс с хорошим фронтом и с задержкой порядка 10 н/сек. Порог срабатывания устанавливается таким, что одновибратор легко срабатывает от импульса совпадений и не срабатывает от импульса несовпадений. С диода лампы 6В1П снимается положительный импульс с амплитудой 100 вольт и фронтом  $2 \cdot 10^{-8}$  сек. /измеренный от 0 до 50 вольт; от 50 до 100 вольт фронт более пологий/, который через катодный повторитель подается на вход блокинг-генератора. С анодной нагрузки лампы 6В1П снимается отрицательный импульс с амплитудой 45 вольт и длительностью 0,6 мксек, который посылается на пересчет.

Блокинг-генератор собран на лампе 6Н6П /два триода включены параллельно/. Для уменьшения задержки выходного импульса по отношению к запускающему импульсу мы используем такой режим лампы, при котором в начальном

состоянии лампа проводит небольшой ток. При отсутствии запускающего импульса самовозбуждение не происходит, так как цепь положительной обратной связи разорвана. При наличии запускающего импульса цепь обратной связи замыкается /диод  $D_{11}$  проводит ток/, происходит возбуждение генератора и на его выходе получаем положительный импульс с амплитудой 400 вольт и фронтом  $2 \cdot 10^{-8}$  сек, который снимается с третьей обмотки трансформатора. Этот импульс подается на сетку тиратрона для его запуска.

### 1У. Временные характеристики схемы

Схема была проверена при помощи генератора ГИ-2А, имеющего на выходе отрицательный импульс с амплитудой 10 вольт и фронтом 0,015 мксек. Все измерения были проведены при помощи осциллографа ДЭСО-1 с полосой пропускания 60 мгц. Импульс от ГИ-2А подавался на входы соответствующих каналов схемы и проверялись схемы совпадений. В анодах ламп  $L_7-L_{9,11,12}$  получались сформированные импульсы с амплитудой 4 вольта и длительностью  $1 \cdot 10^{-8}$  сек, в аноде лампы  $L_{10}$  импульс длительностью  $2 \cdot 10^{-8}$  сек. На выходе схемы двукратных совпадений /в анодах диодов  $D_6$  и  $D_7$ /, когда имеется импульс только в одном канале, получается импульс с амплитудой 0,2 вольта, а когда имеются импульсы в обоих каналах - импульс с амплитудой 2 вольта. Следовательно, коэффициент отбора этой схемы  $\eta_1 = 10$ . Диод  $D_8$  пропускает только импульс совпадений. Аналогично, коэффициент отбора схемы четырехкратных совпадений, измеряемый в анодах диодов  $D_1-D_5$ , получается  $\eta_2 = 3$ . На выходе схемы получается импульс 2,7 вольта при наличии импульсов во всех четырех каналах, а при наличии импульсов только в трех каналах, получается импульс с амплитудой 0,9 вольта. Если одновременно с импульсами в каналах 1-4 имеется также сбивающий импульс в канале антисовпадений /диод  $D_3$ /, то в анодах диодов  $D_1-D_5$  получается импульс с амплитудой 0,5 вольта. Разрешающее время схемы совпадений получилось  $1 \cdot 10^{-8}$  сек. После диода  $D_9$  импульс совпадений имеет величину 2 вольта, а импульс несовпадений - величину 0,15 вольта. Импульс совпадений приходит на сетку лампы  $L_{14}$  с задержкой  $1 \cdot 10^{-8}$  сек. Начало фронта положительного импульса, поступающего на вход лампы  $L_{15}$  задержано по отношению к импульсу, посту-

пающему на вход  $L_{14}$  на  $10^{-8}$  сек. Начало фронта положительного импульса на выходе блокинг-генератора задержано по отношению к импульсу, действующему на входе  $L_{14}$  на  $6 \cdot 10^{-8}$  сек. Фронт импульса блокинг-генератора длится  $2 \cdot 10^{-8}$  сек. Импульс от блокинг-генератора подается на сетку тиратрона. Разряд в тиратроне вспыхивает с задержкой 0,17 мксек по отношению к началу вершины положительного импульса блокинг-генератора. Следовательно, тиратрон зажигается с задержкой 0,26 мксек по отношению к импульсу, действующему на входе всей схемы.

Значит, описываемая система управления, предназначенная работать совместно с годоскопом в режиме импульсного питания, способна вырабатывать питающий импульс высокого напряжения с задержкой 0,26 мксек по отношению к импульсам, снимаемым с анодов фотоумножителей, причем, сама система управления формирует импульс с амплитудой 400 вольт и задержкой не больше 0,09 мксек, а остальная часть задержки - 0,17 мксек - вносится тиратроном, используемым в качестве коммутирующего устройства в генераторе импульсов высокого напряжения.

В настоящее время совместно с годоскопической системой используется управляющая система сцинтилляционных счетчиков, которая способна выдавать питающий импульс высокого напряжения с задержкой в 1 мксек. При помощи этой установки был измерен коэффициент спиновой корреляции  $C_{\text{сп}}$  в рассеянии  $p-p$  при энергии 320 Мэв<sup>17/</sup>. Замена этой управляющей системы на управляющую систему, описываемую в данной работе, позволит улучшить разрешающую способность годоскопической системы примерно в четыре раза. Это даст возможность при дальнейших измерениях увеличивать интенсивность падающего пучка и провести опыт в более короткий срок, хотя фоновые условия при этом могут ухудшаться.

В заключении выражаем благодарность В.В.Вишнякову и А.А.Тяпкину за ценные советы и постоянный интерес к данной работе.

Рукопись поступила в издательский отдел 13 августа 1959 года.



Л и т е р а т у р а

1. А.А.Тяпкин. Приборы и техника эксперимента, № 3 /1956/.
2. В.В.Вишняков, А.А.Тяпкин. Атомная энергия, 3, № 10 /1957/.
3. Т.А.Ворончев. Импульсные тиратроны, Москва, 1958.  
Детали и элементы радиолокационных станций, т.1, Москва, 1952.
4. K:Skarswåg , Nucl. Instr. 3 , n<sup>o</sup>6 : (1958).
5. М.М.Кулюкин. Приборы и техника эксперимента, № 2. 61 /1956/.
6. И.Льюис и Ф.Уэллс. Миллимикросекундная импульсная техника, Москва, 1956, стр. 276.
7. И.М.Василевский, В.В.Вишняков, Э.Илиеску, А.А.Тяпкин. Доклад на Киевской конференции 1959 года.

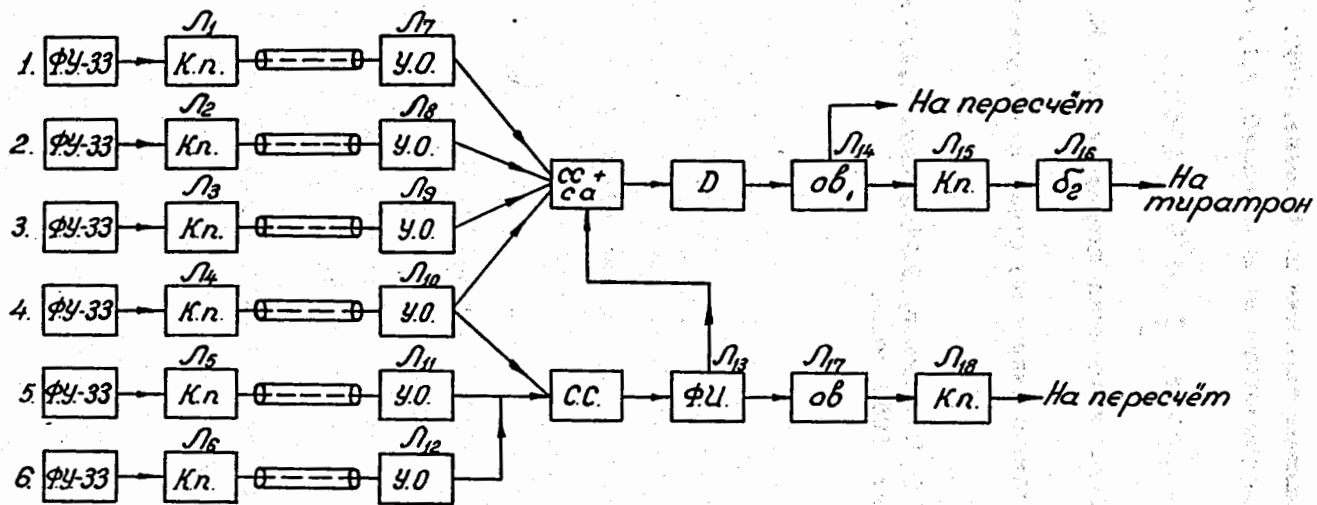


Рис. 1.

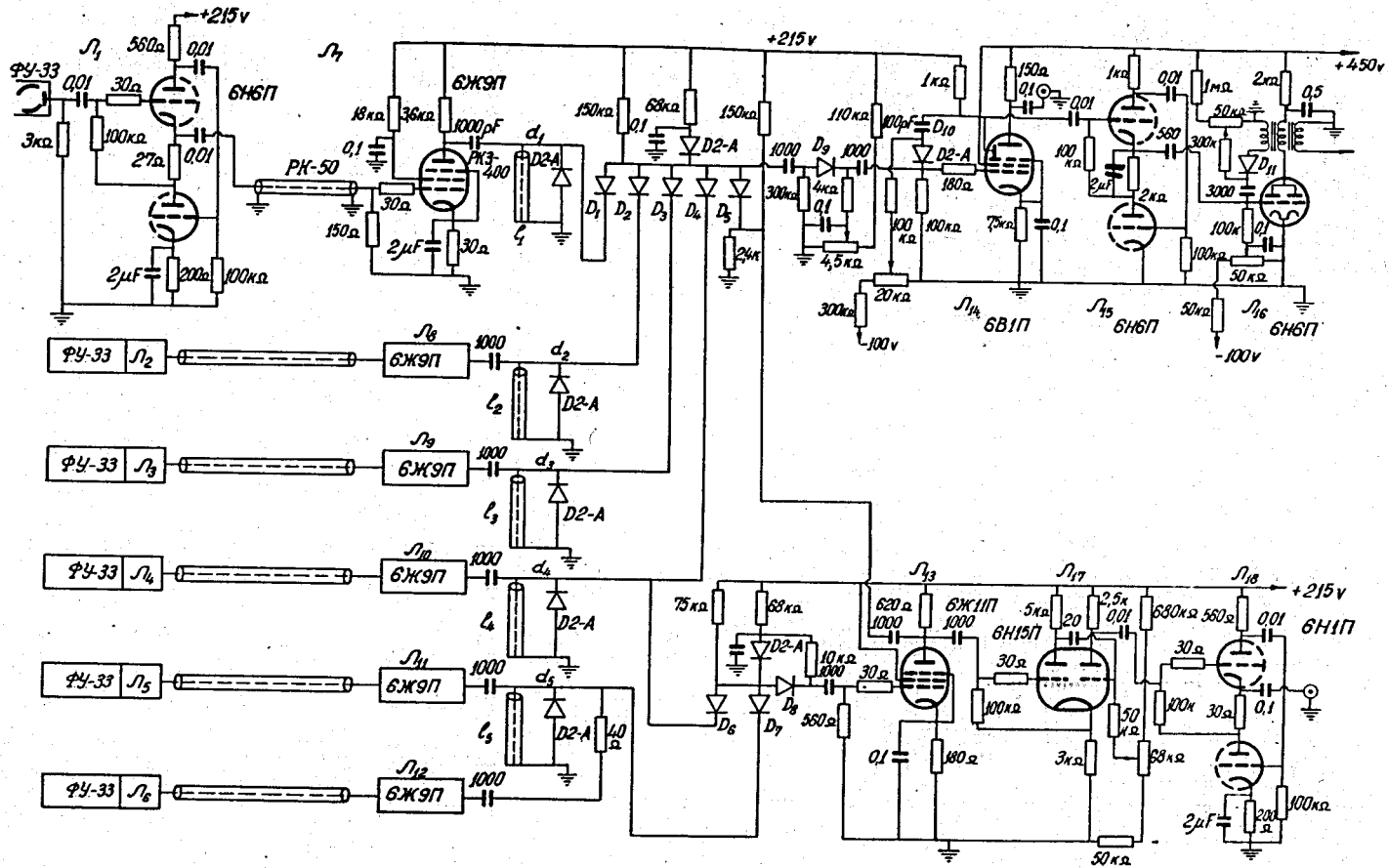


Рис. 2.