

14
0-72



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ЛАБОРАТОРИЯ НЕЙТРОННОЙ ФИЗИКИ

Г.М.Осетинский, Цзэн Най-гун, И.А.Чепурченко.

1172

ОДНОВРЕМЕННАЯ РЕГИСТРАЦИЯ
УГЛОВЫХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ
ПРОДУКТОВ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ

Дубна 1963 год

Г.М.Осетинский, Цээн Най-гун, И.А.Чепурченко.

1172

ОДНОВРЕМЕННАЯ РЕГИСТРАЦИЯ
УГЛОВЫХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ
ПРОДУКТОВ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

Дубна 1963 год

А н н о т а ц и я

Описывается многоканальная камера для исследований ядерных реакций. В центре камеры устанавливается газовая мишень. Под 12 углами вокруг газовой мишени расположены сцинтилляционные счетчики, построенные на фотоумножителях ФЭУ-35 с кристаллами CsJ. Импульсы от ФЭУ подаются на многоканальный амплитудный анализатор, обеспечивающий одновременное измерение восьми амплитудных спектров.

G.M.Osetinsky, Tzen Nai-Huang, I.A.Chepurchenko

SIMULTANEOUS RECORDING OF ANGULAR DISTRIBUTIONS OF NUCLEAR REACTION PRODUCTS

Abstract

A many-channel chamber meant for investigations of nuclear reactions is described. A gaseous target is set up in the centre of the chamber. Scintillation counters consisting of photomultipliers FEU-35 with CsJ crystals are placed around the gaseous chamber at 12 angles. The pulses from FEU are fed to the many-channel amplitude analyzer which provides for a simultaneous measurement of the eight amplitude spectra.

Один из хорошо известных методов измерений угловых распределений, упругих и неупругих процессов при исследовании ядерных взаимодействий основывается на вращении по углам счетчика частиц или телескопа из этих счетчиков. Такого рода измерения всегда связаны с затратой большого количества времени работы ускорителя и в некоторых случаях приводят к увеличению ошибок измерений, так как во время проведения измерений возможны изменения условий опыта /изменение изотопного состава пучка ускоренных ионов, газа мишени, температуры мишени и т.д./. В этом отношении одновременная запись результатов измерений под различными углами имеет неоспоримые преимущества.

С учетом вышесказанного нами сконструирована многоканальная камера для одновременного измерения энергетических спектров, угловых распределений и дифференциальных сечений ядерных реакций под углами 0° , 15° , 30° , 45° , 60° , 75° , 90° , 105° , 120° , 135° .

Рассмотрим основные элементы конструкции камеры /см.рис.1, рис. 2/.

1. Конструкция камеры

Камера состоит из корпуса, в центре которого устанавливается газовая мишень. Конструкция мишени аналогична указанной в работе^{1/}. Под углами 0° , 15° , 30° , 45° , 60° , 75° , 90° , 105° , 120° , 135° в корпусе камеры имеются отверстия, закрываемые окнами из оптического стекла толщиной 6 мм. На поверхности стекла, обращенной во внутрь, укрепляется кристалл CsJ толщиной 2 мм, диаметром 20 мм. С наружной поверхности стекла устанавливаются фотоумножители ФЭУ-35. Внутри камеры устанавливаются диафрагма и подвижной экран /см.рис. 2/. Диафрагма /5/ имеет 12 калиброванных отверстий диаметром 16 мм, которые являются диафрагмами для частиц, выходящих из газовой мишени. Подвижной экран /6/ устанавливается между стенками камеры и диафрагмой. С помощью привода /11/ экран одновременно перекрывает отверстия диафрагм, что необходимо для проведения фоновых измерений. В данной части камеры предусмотрен ряд вводов. Вводы /1-12/ предназначены для вывода импульсов от полупроводниковых счетчиков, которые могут быть установлены внутри камеры. На одном из изолированных вводов устанавливается кронштейн, на котором укрепляются: шторка для измерения пучка ускоренных ионов, прошедших коллиматор, кристалл CaF_2 и твердая тритиевая мишень, используемые для калибровки энергетической шкалы электростатического генератора. Пучок ионов вводится в камеру через коллиматор длиной 120 мм, диа-

метром 2 мм и попадает на входное окошко газовой мишени, не задевая корпус мишени. Газовая мишень изолирована от корпуса, что позволяет проводить измерения тока пучка, падающего на нее.

Для уменьшения упругости паров углерода внутри камеры большинство уплотнений осуществлены на тефлоно-резиновых уплотнениях, схема которых представлена на рисунке 3. Для этой же цели камера снабжена двумя ловушками, охлаждаемыми жидким азотом. Одна из них введена внутрь камеры. В центре крышки камеры сооружен вращающийся ввод, на конце которого укреплен источник кюрия. Последний используется для контроля постоянства счетной характеристики сцинтилляционных спектрометров. Вращение ввода может быть осуществлено как дискретно, так и непрерывно. Непрерывное вращение осуществляется от специального редуктора с приводом, установленным на крышке камеры. Соосность осей коллиматора, газовой мишени и диафрагм выполнена в пределах $\pm 0,03$ мм.

2. Счетная аппаратура

Счет заряженных частиц из реакции осуществляется системой сцинтилляционных счетчиков, устанавливаемых под двенадцатью углами в пределах от -90° до $+135^\circ$. Каждый из сцинтилляционных счетчиков построен на фотоумножителе ФЭУ-35 с кристаллом CsJ толщиной 2 мм. Конструкция спектрометра представлена на рис. 1 и рис. 2.

Импульсы от восьми из двенадцати фотоумножителей /в дальнейшем будем называть их импульсы от каналов/ через катодные повторители поступают на многоканальный амплитудный анализатор /2048 каналов/, где осуществляется одновременная запись амплитудных спектров в каждом из вышеуказанных каналов. Выбор восьми каналов определяется возможностями амплитудного анализатора, запоминающее устройство которого при проведении испытаний схемы удобно было разбить на 8 "кубов памяти" по 256 каналов в каждом. Для получения указанных спектров в 2048-канальный анализатор необходимо подавать:

- а/ последовательность импульсов, число которых пропорционально амплитуде;
- б/ импульс конца "ЦУГ"а;
- в/ адрес канала /канал понимается в указанном выше смысле/.

Указанная информация вырабатывается в разработанном нами входном блоке, блок-схема которого представлена на рис. 4. Как видно из рисунка, импульсы от 8 фотоумножителей, пройдя катодные повторители, поступают на систему "ИЛИ". Последняя имеет общий для всех каналов выход. С выхода системы "ИЛИ" импульсы подаются на вход усилителя и с выхода усилителя попадают на измерительный блок. В измерительном блоке происходит преобразование амплитуды поступающих импульсов в серию импульсов, число которых пропорционально амплитуде прошедшего импульса, а также осуществляется блокировка всей системы по выходу. Одновременно с этим импульсы от 8 фотоумножителей подаются на адресный блок, вырабатывающий импульсы, указывающие номер канала в двоичном коде. Вывод данных из адресного блока возможен лишь при наличии разрешающего импульса от измерительного блока, что необходимо для последующей расшифровки многоканального спектра.

Перейдем к рассмотрению принципиальных схем отдельных элементов входного блока:

а/ Измерительный блок.

Измерительный блок построен по схеме преобразования амплитуды импульса в серию импульсов так, как это осуществлено в амплитудном анализаторе АИ-100 "Радуга". Измерительный блок выполняет две функции: функции измерительного и блокирующего устройства. В функцию измерительного устройства входит измерение амплитуды импульса и получение серии последовательных импульсов /ЦУГ"а/, число которых пропорционально амплитуде. Эта часть схемы построена на лампах $L_4, L_5, L_6, L_7, L_8, L_9, L_{15}, L_{16}, L_{17}$. Как можно проследить на схеме рис. 5, измеряемый импульс, появляющийся на катодном повторителе L_4 , заряжает через диоды L_5 до амплитудного значения емкости C_1 и C_2 . Во время заряда емкостей C_1, C_2 опрокидывается пороговая схема L_8, L_9 . При опрокидывании пороговой схемы L_8, L_9 потенциал управляющей сетки L_{17} поднимается, но лампа остается запертой по третьей сетке импульсом одновибратора L_{18} через катодный повторитель L_{14} . По окончании этого импульса начинается как линейный разряд емкостей C_1, C_2 , так и генерирование "ЦУГ"а импульсов блокинг-генератором L_{15} , так как L_{17} становится открытой и запирает блокирующую лампу L_{16} . В момент, когда потенциал на емкостях C_1, C_2 достигает значения нижнего порога схемы L_8, L_9 , последняя возвращается в первоначальное состояние и запирает блокинг-генератор через L_{17} и L_{16} . Таким образом, число импульсов в "ЦУГ"е оказывается пропорциональным амплитуде входного импульса. В момент возвращения пороговой схемы L_8, L_9 в первоначальное состояние с анода лампы L_9 через импульсный трансформатор снимается импульс конца "ЦУГ"а отрицательной полярности.

В блокирующей части схемы осуществляется самоблокирование всего блока на время, необходимое для измерения и регистрации одного импульса. Блокировка измерительной цепи осуществляется в пропускающем усилителе, построенном на лампах L_1, L_2, L_3 / с коэффициентом усиления $K = 1/$, анодным током лампы L_3 . При запертой лампе L_3 усилитель пропускает измеряемые импульсы. При открытой лампе L_3 анодный ток ее протекает по сопротивлению R_1 и потенциал в катоде L_4 падает настолько, что запирает L_2 . Управление блокировкой осуществляется лампами $L_{10}, L_{11}, L_{13}, L_{18}$. В нормальном состоянии L_3 открыта, а измерительное устройство закрыто. Усиленный входной импульс поступает через усилитель L_{10} на пороговую схему L_{11} , в аноде которой на индуктивности L_1 появляется короткий отрицательный сигнал /длительность сигнала должна быть меньше длительности переднего фронта измеряемого импульса/, который запускает одновибратор L_{18} , если L_{12} заперта.

Импульс одновибратора L_{18} запирает L_3 и измеряемый импульс проходит на емкости C_1, C_2 . По окончании импульса одновибратора L_{18} лампа L_8 открывается и на сопротивлении ее экранной сетки появляется положительный импульс, который опрокидывает пороговую схему L_{13} . Импульс L_{13} отпирает L_{12} , при этом ее входное сопротивление /по катоду/ шунтирует анодную нагрузку L_{11} , а также подает положитель-

ный потенциал на катод диода $D1E$, что необходимо для эффективной блокировки одновибратора L_{18} . В этом случае при появлении следующего импульса на выходе L_{11} одновибратор L_{18} не запустится.

Импульс блокировки L_{13} прекращается после окончания регистрации, т.е. спустя 25 микросекунд после окончания "ЦУГ"а. Если блокировка прекращается в тот момент, когда на входе присутствует задний фронт измеряемого импульса, то одновибратор L_{18} не запускается, так как к этому времени импульс L_{11} окончится. С помощью диода в аноде L_3 осуществляется блокировка входного импульса по верхнему уровню /на уровне 100 в/. Укажем основные параметры измерительного блока. Измерительный блок срабатывает от входного импульса амплитуды 1-100 вольт положительной полярности. Для получения импульсов такой амплитуды, между катодными повторителями ФЭУ и измерительным блоком устанавливается система "ИЛИ" с одним общим усилителем с коэффициентом усиления 1-100. В качестве системы "ИЛИ" использована схема, работающая по принципу анодного повторителя¹² /см. рис. 6/. Максимальное мертвое время системы составляет 125 микросекунд.

6/ Адресный блок

Адресный блок, рассчитанный на десять каналов, выдает номер канала, в котором зарегистрирован импульс, в двоичном коде. Он состоит из десяти однотипных усилителей, построенных на лампах 6НЗП, девяти однотипных блокинг-генераторов /лампы 6Н6П/ и диодного шифратора /диоды $D1E$ /, с помощью которого указывается номер канала в двоичном коде, куда пришел измеряемый импульс. Усилители построены на двойных триодах 6НЗП. В целях контроля усилители имеют общий выход, позволяющий измерять загрузку, поступающую на все каналы. Импульс какого-либо из каналов, пройдя усилитель, появляется на сетке запертого блокинг-генератора. Блокинг-генератор срабатывает лишь в том случае, когда с моментом появления положительного импульса на его левой /по схеме/ сетке, совпадает появление разрешающего импульса отрицательной полярности на его катоде. Разрешающий импульс, снимаемый с одновибратора L_{18} измерительного блока и усиленный лампой L_9 , подается одновременно на левые /по схеме/ катоды всех блокинг-генераторов. Для того, чтобы исключить возможность одновременного срабатывания двух или более блокинг-генераторов, последние имеют общую сеточную цепь RC . Такая блокировка обеспечивает появление сигнала только в том случае, когда на выходе измерительного блока появится "ЦУГ", соответствующий измеряемому импульсу. Импульсы, поступающие на диодный шифратор, могут сниматься как с анодного, так и с катодного сопротивлений каждого блокинг-генератора в зависимости от требуемой полярности. В нашем случае импульсы отрицательной полярности снимались с анодных сопротивлений.

Помимо многомерного анализа входной блок позволяет получать обычный одномерный амплитудный анализ поочередно в любом из десяти каналов. Эти изменения производятся путем включения одного из тумблеров, выведенных на переднюю панель адресного блока /см. схему на рис. 6/.

На рисунке 7 приведена временная диаграмма импульсов в каждом из элементов блок-схемы. На рис. 8 приведена фотография многомерного спектра импульсов от 8

фотоумножителей, облучаемыми источником α -частиц юрия. Общее число каналов на экране осциллографа - 2048. В целях контроля площади кривых каждого из многомерных спектров сравнивались с соответствующими площадями спектров, измеренных поканально. Для этой цели импульсы от каждого из фотоумножителей подавались минуя систему "ИЛИ" и адресный блок на один и тот же "куб памяти" анализатора. Измерения проводились при одних и тех же условиях облучения, при сравнительно небольших нагрузках / 100 имп/сек/. В пределах ошибок площади кривых совпадали. Это подтверждает, что многоканальный амплитудный анализ не вносит дополнительных неучитываемых просчетов при измерениях.

В заключение авторы благодарят Б.Е. Журавлева за ценные советы и обсуждения.

Л и т е р а т у р а

1. А.С. Ганев, А.М. Говоров, Г.М. Осетинский, А.Н. Ракивченко, И.В. Сизов, В.С. Сиксин. "Ядерные реакции на легких ядрах". Сборник статей Атомиздат, 1957, стр. 26.
2. Г.П. Жуков, Г.И. Забиякин, Ким Ю Сен, В.И. Чивкин. Препринт ОИЯИ 802, 1960.

Рукопись поступила в издательский отдел
10 января 1963 года.

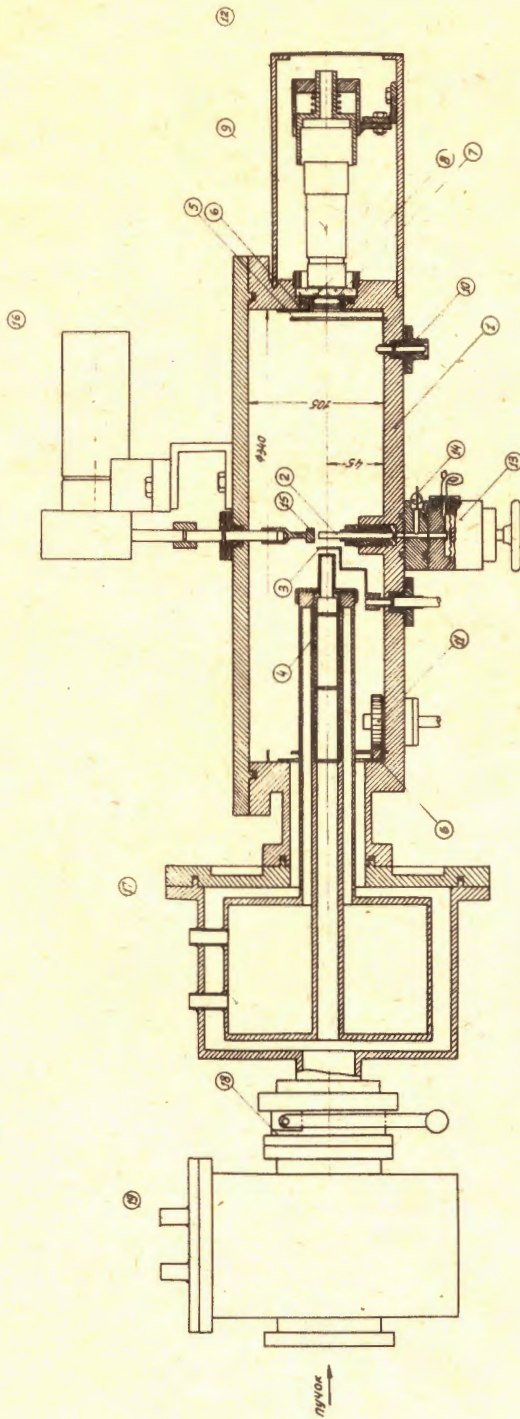


Рис. 1. Многокамерная камера.

- 1 - корпус камеры
- 2 - газовая мишень
- 3 - широта
- 4 - коллиматор
- 5 - диафрагма
- 6 - подвижный экран
- 7 - кристалл LiI
- 8 - стекло
- 9 - флуоресцентный разъем
- 10 - выходящий разъем
- 11 - прибор жрания
- 12 - кожух фотоумножителей
- 13 - вентилятор для охлаждения газовой мишени
- 14 - аппарат для термометры
- 15 - к. углерода
- 16 - мотор с редуктором
- 17 - азотная лобушка N-1
- 18 - вакуумный щиток
- 19 - лобушка N-2

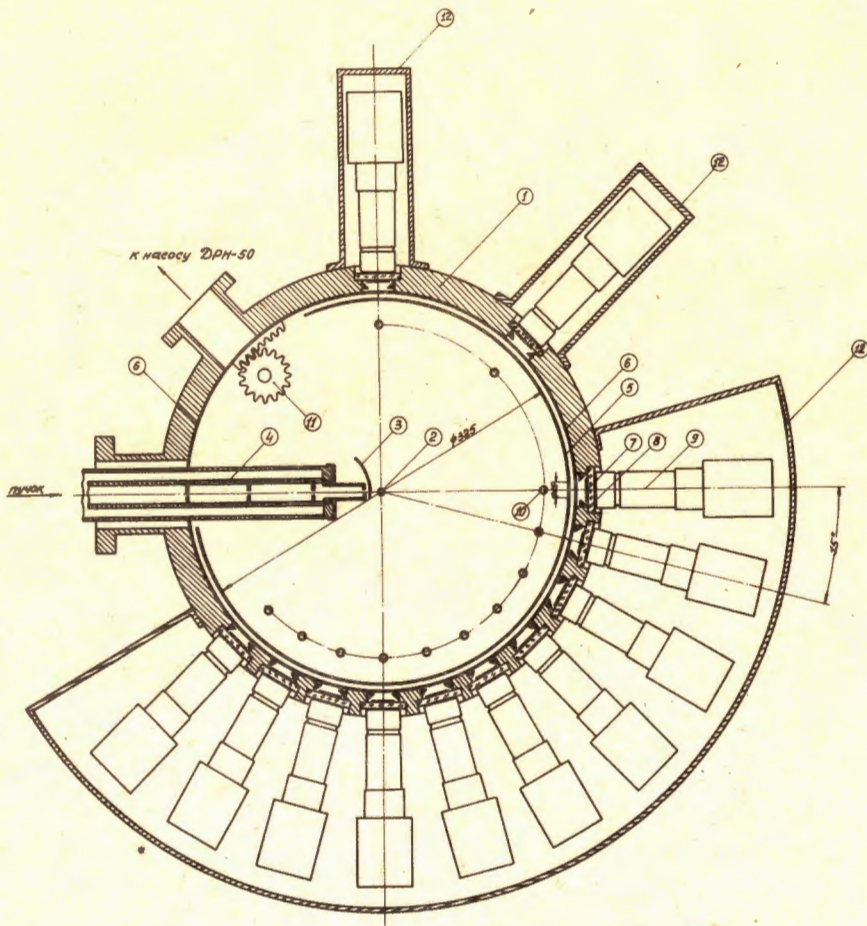
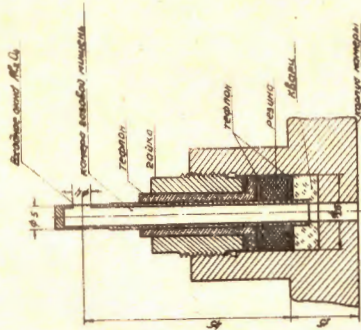
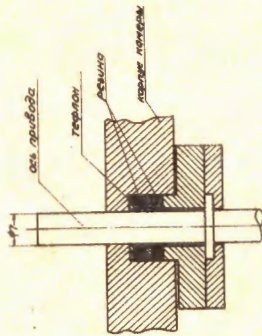


Рис. 2 Многоканальная камера (вид сверху)

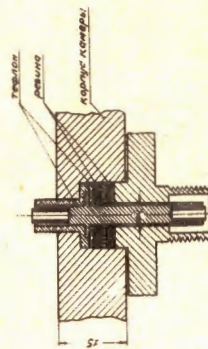
- 1 - корпус камеры 2 - левая крышка 3 - штифт 4 - коллиматор 5 - диафрагма
 6 - подвижный экран 7 - кристалл CsI 8 - стекло 9 - ФЭУ-85 10 - высококачественный разъем
 11 - привод экрана 12 - кожух фотоумножителя



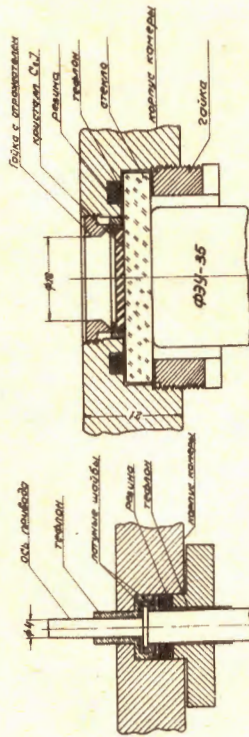
3. Газовая шайба



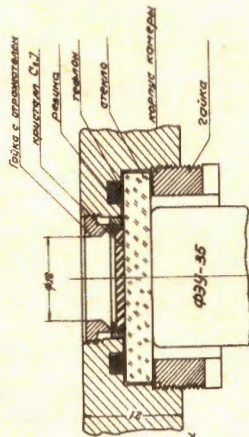
2. Уплотнение вала прибора



1. Высокотемпературный резинит



4. Извлеченное от корпуса уплотнение вала шпранки



5. Уплотнение от корпуса латекса латекса

Рис. 3 Конструкции герметизируемых резиновых уплотнений

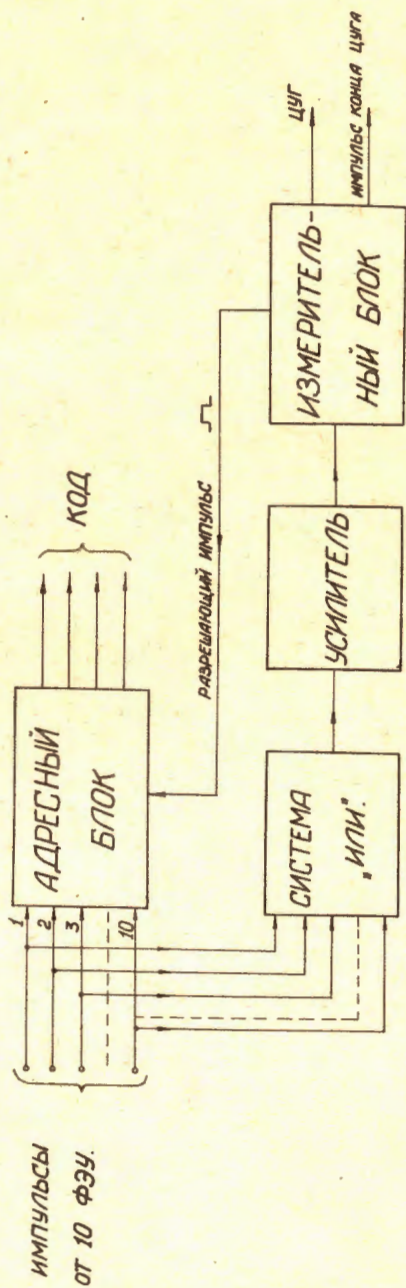


РИС. 4.
БЛОК-СХЕМА ВХОДНОГО УСТРОЙСТВА

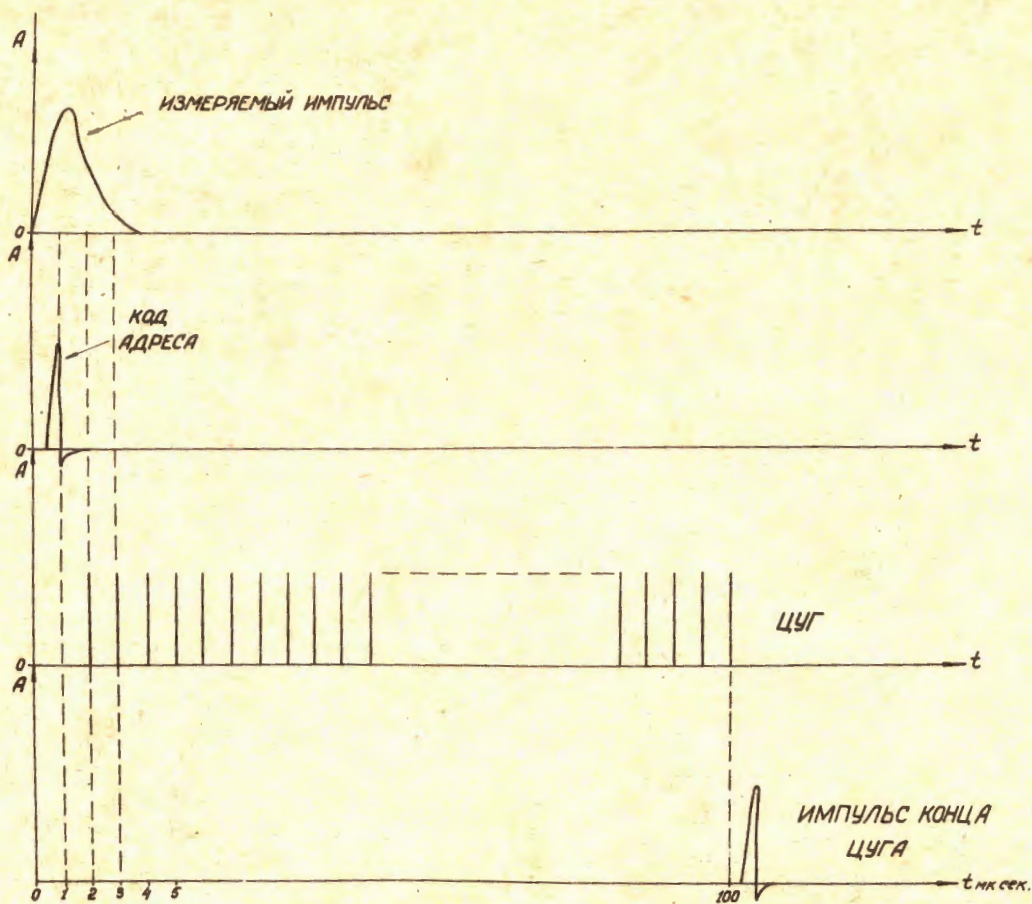
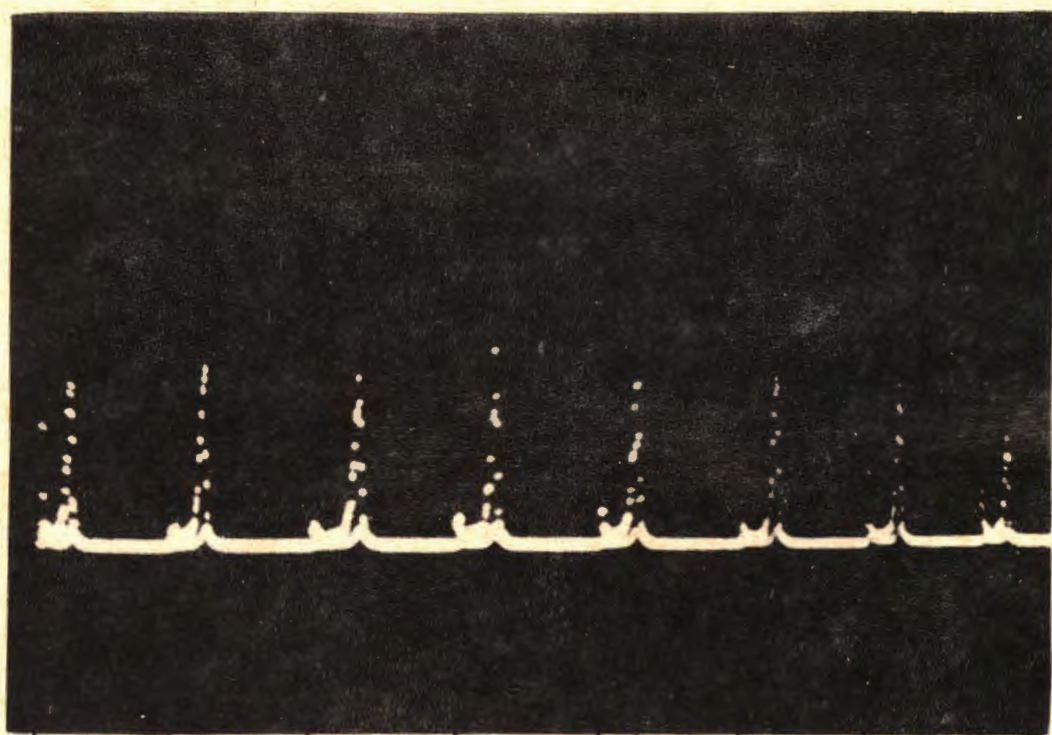


Рис. 7.



b 256 512 768 1024 1280 1536 1792

НОМЕР КАНАЛА

Рис. 8.