

УСТРОЙСТВО СИНХРОНИЗАЦИИ НЕЙТРОННОГО ПУЧКА
В СПЕКТРОМЕТРЕ УЛЬТРАХОЛОДНЫХ НЕЙТРОНОВ

А. В. Антонов, И. С. Крушинин, И. В. Мешков,
А. Д. Перекрестенко, А. А. Тихомиров

УДК 621.374.2

Описано устройство синхронизации момента открывания механического прерывателя потока очень холодных и ультрахолодных нейтронов, получаемых на установке "Спектрометр УХН" с регистрирующей аппаратурой.

Для получения импульсного потока нейтронов использован механический прерыватель /1/. Он выполнен в виде стального цилиндрического ротора, в вырезе которого на расстоянии 3,5 мм друг от друга установлены параллельно его оси 13 полированных борированных стеклянных пластин толщиной 1,2 мм. Когда прерыватель открыт, нейтроны поступают по нейтроноводу к детектору. Длительность импульса нейтронов определяется временем открытия окна прерывателя (30 мс). Момент прохождения нейтронов через прерыватель фиксируется с помощью электромагнитной головки. Ее электрический импульс индуцируется при совпадении щели головки с постоянным магнитом, расположенным на диске, вращающемся синхронно с прерывателем. В зависимости от скорости вращения ротора импульс колоколообразной формы имеет амплитуду от 50 до 150 мВ и длительность от 3 до 8 мс.

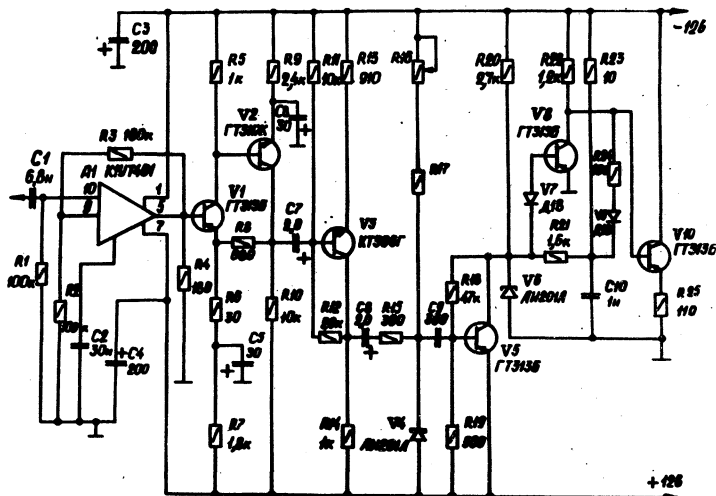
При измерениях спектров нейтронов по времени пролета неточность определения стартового момента влияет на временное разрешение спектрометра. Она связана с выбором способа привязки момента запуска регистрирующей аппаратуры к импульсу от электромагнитной головки /2,3/.

В данном устройстве использован способ привязки к вершине импульса. Для этой цели импульс с головки дифференцируется с помощью операционного усилителя. Момент пересечения нулевой линии

соответствует вершине импульса и не зависит ни от длительности, ни от амплитуды сигнала. Фиксация момента пересечения нуля осуществляется с помощью туннельного диода V_4 . Рабочая точка туннельного диода выбрана на диффузионной ветви. Через диод проходит ток, равный его пиковому значению. При поступлении на диод биполярного сигнала рабочая точка движется вниз по диффузионной ветви и при достижении впадины вольт-амперной характеристики переходит на туннельную ветвь диода. При уменьшении положительной полуволны рабочая точка идет по туннельной ветви; в момент пересечения нулевого уровня ток достигает пикового значения и рабочая точка скачком переходит на диффузионную ветвь. Этот отрицательный скачок напряжения соответствует моменту привязки к сигналу от электромагнитной головки. Достоинство выбора такого режима туннельного диода состоит в том, что небольшие импульсы помех не вызывают никакого эффекта и температурная зависимость пикового тока незначительна — $10 \text{ мкА}/^\circ\text{C}$ для АИ201А. Изменяя начальное положение рабочей точки диода можно в некоторых пределах изменять момент запуска аппаратуры.

Принципиальная схема устройства синхронизации представлена на рис. 1. Входной каскад представляет собой дифференцирующий элемент, выполненный на операционном усилителе (АГ). Получить хорошее дифференцирование сигнала без операционного усилителя на RC-цепях сложно. Для хорошего дифференцирования необходимо выбирать $\tau = RC$ очень малым, что приводит к уменьшению импульса на выходе дифференцирующей цепочки. При использовании операционного усилителя постоянная времени уменьшается в $I+K$ раз, где K — коэффициент усиления усилителя (для схемы К1УТ401В $K = 1300+12000$). С выхода микросхемы продифференцированный сигнал с амплитудой от 70 мВ до 200 мВ в положительной и отрицательной части биполярного импульса поступает на усилитель, собранный на двух транзисторах V_1, V_2 с отрицательной обратной связью по напряжению $/4/$. Коэффициент усиления $K \approx 20$, полоса пропускания $f_B = 80 \text{ МГц}$, $U_{\text{вых max}} = 4 \text{ В}$. После усиления сигнал инвертируется на транзисторе V_3 и поступает на туннельный диод V_4 , работа которого описана выше. Сигнал, поступающий с выхода туннельного диода, дифференцируется на цепочке C_9, R_{19} , и после усиления на транзисторе V_5 положительная часть импульса перебрасывает туннельный диод V_6 .

Туннельный диод V6 вместе с транзистором V8 работает как формирователь. Туннельный диод имеет рабочую точку на диффузионной ветви и с приходом положительного импульса переходит на туннельную ветвь характеристики. Транзистор V8 открыт. При пере-



Р и с. 1. Принципиальная схема устройства синхронизации

де V6 в низковольтное состояние V8 закрывается и емкость C10 начинает заряжаться через R23. При достижении некоторого потенциала на емкости C10 туннельный диод V6 возвращается в исходное состояние и транзистор V8 открывается. Таким образом формируется импульс прямоугольной формы амплитудой 10 В и длительностью 1,5 мс. Длительность определяется элементами R21, R23, C10 и режимом V6. С транзистора V8 через эмиттерный повторитель сигнал подается на запуск внешних устройств.

Данное устройство работало при частоте вращения прерывателя от 1,25 Гц до 2,5 Гц и показало высочайшую точность синхронизации в спектрометре ультрахолодных нейтронов, установленном на одном из вертикальных каналов реактора ИРТ-2000 в МИФИ. За время работы в течение года отклонения параметров схемы не наблюдалось. Устройство

показало высокую надежность работы в условиях электрических наводок.

В заключение авторы выражают благодарность А. И. Исакову за постоянный интерес и внимание к данной работе, И. В. Штраниху за обсуждение и полезные советы, Д. А. Лапушкину и Т. Т. Тонинной за помощь в проведении монтажа и наладке электронной схемы.

Поступила в редакцию
9 ноября 1977 г.

Л и т е р а т у р а

1. А. В. Антонов, А. И. Исаков, И. В. Мешков, А. Д. Перекрестенко, Краткие сообщения по фшаке ФИАН № 10. 10 (1977).
2. J. E. Draper, A. A. Flischer, Rev. Sci. Instr., 31, 49 (1960).
3. Е. А. Меленко, Препринт ОИЯИ, 13-3700, 225. 1968 г., Дубна.
4. Д. Б. Бушнин и др., Препринт ИФВЭ, СЭФ-67-36-К, 1967 г., Серпухов.