

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ЛАБОРАТОРИЯ НЕЙТРОННОЙ ФИЗИКИ

СЗ44.11

Б-142

На правах рукописи

Р. Э. БАГДАСАРОВ

**СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
МЕХАНИЧЕСКИМИ
НЕЙТРОННЫМИ ПРЕРЫВАТЕЛЯМИ**

260. Приборы экспериментальной физики

*Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук*

г. Дубна, 1971

Работа выполнена в Физико-энергетическом институте.

Научный руководитель:

Доктор физико-математических наук,
профессор Ю. Я. СТАВИССКИЙ.

Официальные оппоненты:

Доктор технических наук, профессор Г. И. ЗАБИЯКИН (ОИЯИ).
Кандидат физико-математических наук С. М. КАЛЕБИН (ИТЭФ).

Ведущее предприятие:

Научно-исследовательский институт атомных реакторов, г. Мелекесс.

Автореферат разослан 25. VII 1971 г.

Защита диссертации состоится 26. VII 1971 г.
на заседании Объединенного Ученого Совета ЛНФ и ЛЯР
ОИЯИ. Гор. Дубна Московской области, конференц-зал ЛНФ.
С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ОИЯИ.

/ Ученый секретарь Совета Э. Н. КАРЖАВИНА.

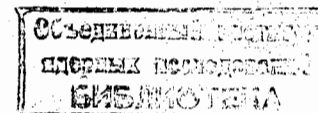
ОБЪЕДИНЁННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ЛАБОРАТОРИЯ НЕЙТРОННОЙ ФИЗИКИ

На правах рукописи

Р. Э. Багдасаров

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИМИ
НЕЙТРОННЫМИ ПРЕРЫВАТЕЛЯМИ
260. Приборы экспериментальной физики

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание учёной степени кандидата
технических наук



Дубна - 1971

7006 69

В последние годы медленные нейтроны стали важным средством исследования твёрдых тел и жидкостей. Основная экспериментальная задача, которая решается при проведении таких исследований, состоит в измерении энергетического и углового распределения рассеянных нейтронов. Одним из основных условий проведения таких исследований является получение пучков медленных нейтронов определённой энергии.

В различных экспериментах с пучками медленных нейтронов время пролёта нейтронов / 1 метра / находится в диапазоне 10^{-5} - 10^{-3} сек. Поэтому возможно разделение нейтронов с помощью механических устройств - прерывателей. В настоящее время можно отметить следующие области применения механических нейтронных прерывателей: преобразование непрерывного пучка реактора постоянной мощности в импульсный, монохроматизация пучка нейтронов, применение в качестве коллиматора при работе с вращающимся кристаллическим монохроматором.

При использовании механических устройств для работ с нейтронными пучками основной задачей является синхронизация вращения роторов. Известные системы электрического регулирования вращением роторов основаны на принципе "электрический вал". Регулируемым параметром в них является условная характеристика - разность фаз /"фаза"/ вращения роторов. Практически, синхронность вращения роторов осуществляется при высокостабильной частоте, определяемой кварцевым генератором.

При построении монохроматора медленных нейтронов основной за-

дачей является обеспечение постоянной временной задержки T открытого состояния прерывателя относительно нейтронной вспышки, которая формируется из непрерывного нейтронного пучка с помощью дополнительного прерывателя. Обычно временная задержка T достигается установкой соответствующего сдвига фазы вращения ротора относительно частоты нейтронных вспышек. При таком методе задания T однозначная связь между задаваемой фазой φ вращения ротора и получаемой временной задержкой T будет выполняться только в случае, если частота ω вращения роторов высокостабильна. Действительно, поскольку $T \sim \frac{\varphi}{\omega}$, если даже обеспечить идеальную точность поддержания параметра $\varphi / \Delta\varphi = 0$, нестабильность частоты ω непосредственно отразится в величине временной задержки T . Монохроматор, основанный на использовании реактора постоянной мощности, — это автономная установка, в которой синхронизация вращения роторов достигается при высокой стабильности частоты.

Настоящая работа посвящена созданию системы управления прерывателем монохроматора медленных нейтронов на импульсном быстром реакторе /ИБР/ в г. Дубна. Поскольку в монохроматоре главным условием является обеспечение постоянной временной задержки T , синхронизация вращения ротора прерывателя с частотой ИБР, основанная на принципе "электрический вал" неприемлема из-за нестабильности последней, составляющей 2% [1].

В диссертации предлагается принцип [2] синхронного вращения ротора с нестабильной частотой импульсного источника нейтронов, согласно которому величина временной задержки T открытого состояния прерывателя относительно нейтронного импульса является задаваемым параметром; устанавливается и поддерживается не фаза вращения ротора, а непосредственно величина T .

При практическом осуществлении предложенного принципа решалась задача обеспечения синхронности вращения ротора с нестабильной задаваемой частотой. Условие синхронности требует равенства частот в любой момент времени. В данном случае это означает, что кратковременные флуктуации и длительная нестабильность частоты повторения импульсов ИБР должны в точности отражаться на частоте вращения ротора прерывателя.

На различных этапах создания системы управления прерывателем монохроматора для ИБР разработаны две установки. Первая из них с 1966 г применяется в монохроматоре двойного спектрометра медленных нейтронов [3]. Вторая, с более совершенными параметрами, создана в 1969 г и предназначена для применения в проектирующемся спектрометре медленных нейтронов на основе ИБР-2; в настоящее время эта установка применяется в спектрометре медленных нейтронов на ИБР-1. Разработанные системы могут быть использованы в работах, которые требуют прецизионной синхронизации или стабилизации вращения роторов.

Применяемый нейтронный прерыватель по конструкции прост. Подвижная часть его представляет собой двигатель постоянного тока 4МН-12С, на вал которого и насажен ротор. Электрические импульсы, подаваемые на систему управления прерывателем, снимаются с ротора один раз за оборот, в момент открытого по нейтронному пучку состояния. Датчиком импульсов с прерывателя служит магнитная головка. Прерыватель построен на подшипниковых узлах. Единственное требование к прерывателю — жесткость связи вала двигателя с ротором.

Разработанные системы применялись для управления различными прерывателями указанной конструкции. Применялись роторы весом до 45 кг при диаметре 200 — 400 мм. Вращение роторов осуществлялось в воздухе до периферийной скорости 100 м/сек.

В первой главе диссертации: 1/ приводится общее описание двойного спектрометра медленных нейтронов, 2/ кратко изложены сведения о реакторе ИБР, 3/ обсуждаются основные факторы, определяющие разрешение спектрометра медленных нейтронов, 4/ делаются выводы относительно требуемого диапазона скоростей вращения ротора прерывателя, диапазона задания временной задержки T и точности поддержания T .

1/ Двойной спектрометр [3] медленных нейтронов ДИИ-1 /ДИИ - двойной импульсный нейтронный/ предназначен для измерения дважды дифференциальных сечений рассеяния нейтронов $\frac{d^2\sigma}{d\Omega \cdot dE}$ вещества в интервале энергий 0,005 - 1 эв монохроматических нейтронов, падающих на образец. В качестве нейтронного источника в спектрометре используется импульсный быстрый реактор. Принцип работы спектрометра основан на методе времени пролёта, который применяется как для выделения первичных монохроматических нейтронов, так и для измерения энергетического спектра нейтронов, рассеянных на образце. Спектрометр ДИИ-1 может быть разделён на монохроматор и собственно спектрометр. Пролётная база монохроматора 12 м. Прерыватель имеет два сменных ротора с радиусом кривизны щелей 2 м и 5 м. Диаметр ротора 200 мм., размер окна пакета 100×100 мм. Сменные роторы и различная скорость вращения роторов позволяют работать во всём энергетическом диапазоне от 0,005 до 1 эв с функцией пропускания $\sim I$.

2/ Реактор ИБР [1], как генератор серии импульсов обладает следующими характеристиками. Длительная нестабильность частоты $\sim 2\%$, кратковременные флуктуации частоты достигают 0,4%. Длительность импульсов мощности на полувысоте ~ 36 мксек /реакторный режим/.

3/ Основным параметром двойного спектрометра медленных нейтронов является разрешение, которое определяется следующими факторами: а/ длительностью импульса нейтронов, испускаемых нейтронным источником, б/ длительностью открытого состояния прерывателя, в/ точностью поддержания временной задержки T , г/ временной неопределённостью регистрации нейтронов детектором, д/ геометрическими факторами, обуславливающими неопределённость пролётных баз спектрометра, е/ шириной канала временного анализатора.

4/ На основании проведенного рассмотрения достижимого разрешения спектрометра ДИИ-1 определены требования к системе управления прерывателем монохроматора. Точность поддержания временной задержки $T \sim 3$ мксек при скорости вращения ротора 1000 - 10000 об/мин. Диапазон задания T для требуемого энергетического диапазона работы монохроматора при 12-ти метровой базе - 800 - 12000 мксек.

Во второй главе диссертации описывается 1/ принцип синхронизации вращения ротора механического нейтронного прерывателя с частотой импульсного источника нейтронов, основанный на задании непосредственно величины временной задержки T , 2/ способ осуществления быстродействующей синхронизации вращения ротора с флуктуирующей частотой импульсного источника нейтронов, 3/ блок-схема системы.

1/ Показано, что при использовании принципа "электрический вал" для синхронизации вращения ротора прерывателя с частотой ИБР неопределённость T для 12-ти метровой базы монохроматора медленных нейтронов $E_n = 0,005 - 1$ эв, обусловленная нестабильностью частоты ИБР, является определяющим фактором среди других источников временных неопределённостей в спектрометре. Предлагается принцип синхронного вращения ротора нейтронного прерывателя с частотой импульсного источника нейтронов, основанный на задании непосредственно величины T . Это достигается путём управления вращением ротора сигналами.

лами, вырабатываемыми при отклонениях величины T от заданного значения. Последнее осуществляется электронными схемами.

Примененный принцип управления вращением ротора механического нейтронного прерывателя переходит в принцип "электрический вал" в следующих частных случаях: а/ при высокостабильной частоте импульсного источника нейтронов установленной временной задержке T однозначно будет соответствовать фаза вращения ротора, б/ при задании $T = 0$ достигается синфазное вращение ротора с задаваемой частотой.

2/ Точность поддержания временной задержки T /или разрешение по фазе в указанных частных случаях/ определяется, главным образом, степенью достигнутой синхронности частоты вращения ротора прерывателя с заданной. Указанные в первой главе требования относительно точности поддержания величины временной задержки T могут быть выполнены при достижении высокой степени синхронности вращения ротора прерывателя с частотой нейтронных импульсов ИБР. Последнее означает, что флуктуации частоты нейтронных всплеск реактора должны в точности отражаться на скорости вращения ротора. Этого можно достичь только осуществлением достаточно быстрых процессов регулирования вращением ротора.

Используемый в качестве ведущего двигатель постоянного тока управляется по цепи якоря импульсным и постоянным напряжениями. Амплитуда управляющих импульсов пропорциональна отклонениям контролируемой величины T от заданного значения и корректируется по скорости изменения T во времени. Уровень постоянного напряжения на двигателе изменяется в такт с изменением T в момент очередного замера схемой контроля. Отклонение среднего значения постоянного напряжения на двигателе определяется изменением среднего значения T - эта связь осуществляется через интегрирующую схему.

3/ Блок-схема системы управления синхронным вращением ротора прерывателя с частотой импульсного источника нейтронов представлена на рис. I. Особое значение в действии системы имеет схема коррекции. Это устройство является аналогом схем, выделяющих производную, которые эффективно применяются в автоматических системах непрерывного действия. В отличие от последних, схема коррекции анализирует скорость изменения дискретно действующей входной величины - амплитуды импульса - и вырабатывает соответствующий сигнал управления. Отклонение амплитуды импульса, действующего на вход схемы коррекции, пропорционально изменению контролируемой величины T .

Применение схемы коррекции обеспечило возможность производить контроль величины T при низких частотах повторения. Благодаря этому оказалось возможным снимать импульс с прерывателя, подаваемый на схему управления, только один раз за оборот ротора. Этим исключаются возмущения, действующие на систему управления, обусловленные ошибками в нанесении отметок на окружности синхронизирующего диска, применяемого в случае многократного /за оборот/ снятия импульсов.

В третьей главе диссертации с учётом момента инерции ротора прерывателя и параметров двигателя исследуются: критерий захвата вращения ротора прерывателя в режим синхронности с задаваемой частотой, динамика системы.

При рассмотрении динамики системы исследуется реакция её на возмущающее воздействие, исходящее от импульсного источника нейтронов в виде флуктуаций и длительной нестабильности частоты.

Показано, что при импульсном управлении ротором, благодаря схеме коррекции достигается высокая степень устойчивости системы. Однако, реакция системы на динамическое возмущение имеет длительный

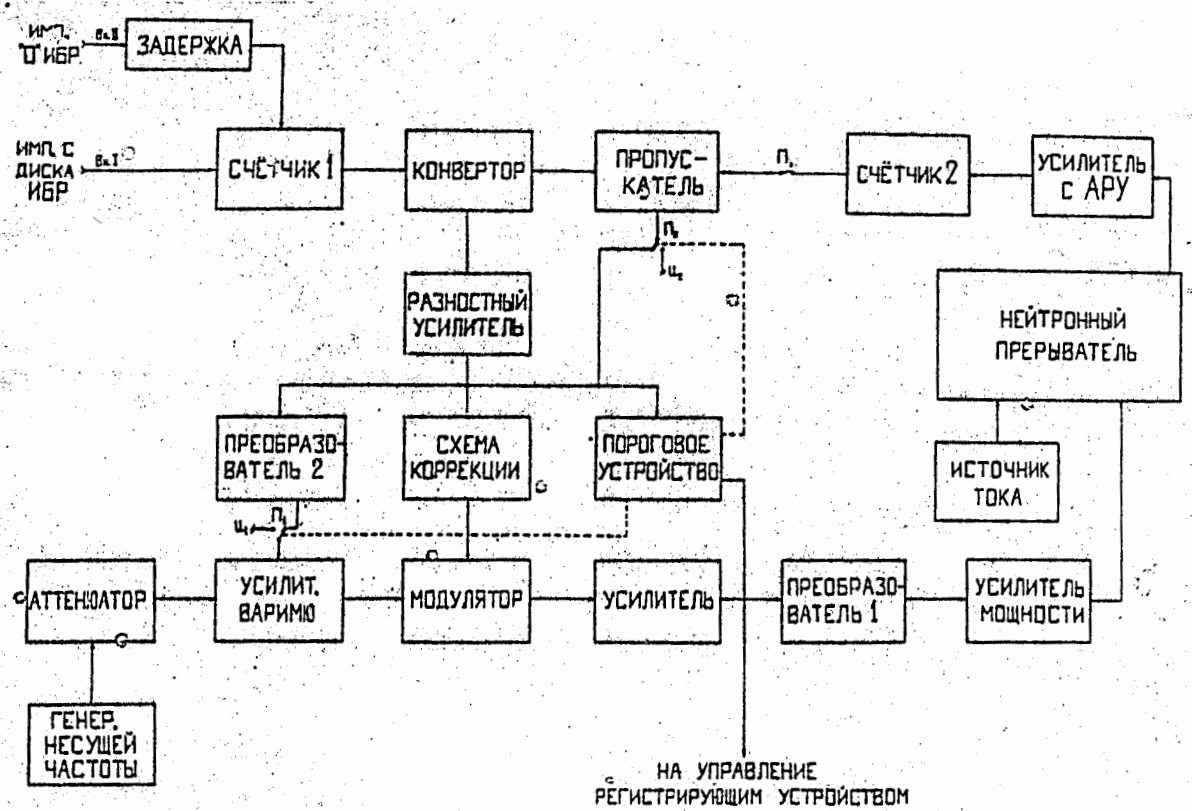


Рис.1. Блок-схема системы

характер. Вводится цепь коррекции по кратковременным возмущениям. Рассматривается действие системы при одновременном функционировании цепи коррекции и импульсного управления вращением ротора.

Введением цепи коррекции по медленным возмущениям достигается нечувствительность действия системы к значительным длительным изменениям частоты импульсного источника нейтронов. На основании рассмотрения процессов управления вращением ротора делаются выводы относительно требований к частоте импульсного источника нейтронов. Высокие параметры системы достижимы при выполнении следующих требований: а/ кратковременные флуктуации частоты импульсного источника нейтронов - $\leq 0,1\%$ за секунду, б/ длительная нестабильность - несколько процентов, по этому параметру система нечувствительна. Эти требования выполняются без каких-либо специальных мер, когда частота повторения нейтронных импульсов определяется вращающимся ротором. В настоящей задаче таковым является основной диск ИБР.

Требования к применяемым электронным схемам и конструкции механического нейтронного прерывателя можно сформулировать из условия, что возмущения, обусловленные электронными схемами и механической системой, не должны превышать таковые, обусловленные импульсным источником нейтронов. Механический нейтронный прерыватель может быть построен на подшипниковых узлах. Основное требование к нему состоит в том, чтобы обеспечивалась жесткая связь ротора с валом двигателя.

В четвертой главе диссертации: 1/ приводятся результаты экспериментальных исследований параметров и надежности работы системы СВР-1 /СВР - синхронизатор вращения ротора/, разработанной на первом этапе решения поставленной задачи - 1966 г., 2/ обсуждаются параметры системы СВР-1, 3/ представлена функция разрешения спек-

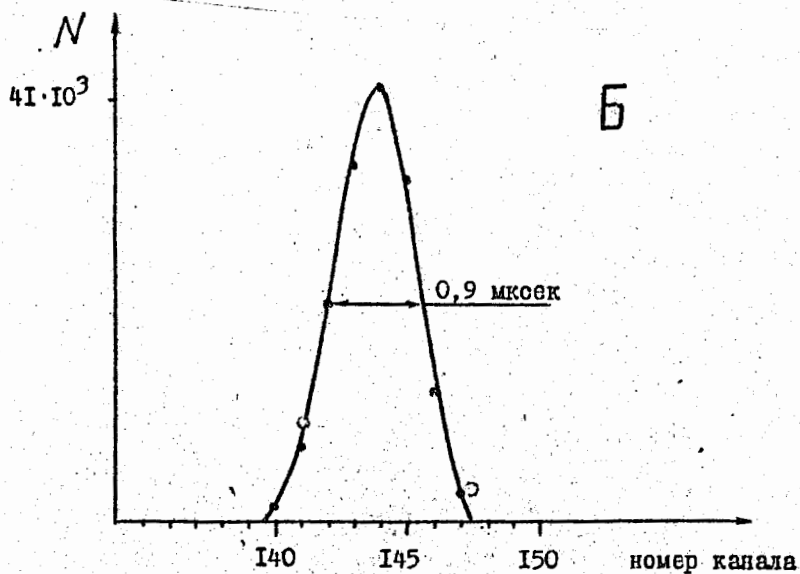
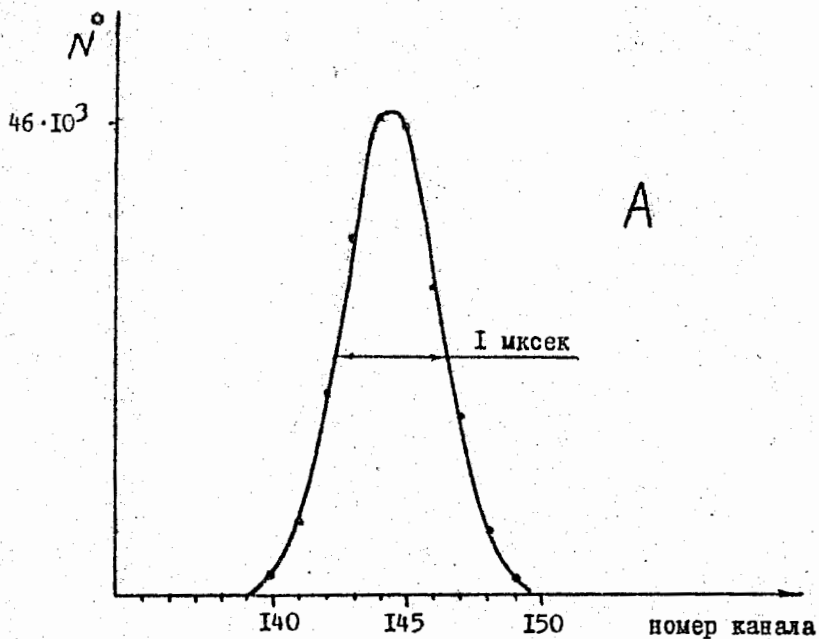
трометра ДИИ-1, измеренная на тепловых нейтронах.

1/ Установка СВР-1 имеет следующие параметры: диапазон задаваемых значений временной задержки T - от 1000 до 20000 мксек /устанавливается через 100 мксек/, скорость вращения ротора прерывателя - 1200 - 4000 об/мин, рабочая частота в системе - поделённая частота серии импульсного источника нейтронов на выходе счётчика I, см.рис.1, - 20 - 26 имп/сек при допустимой нестабильности ± 1 %. Диапазон значений T расширен до 20000 мксек для обеспечения исследований с "холодными" нейтронами.

Экспериментальное определение временного разрешения при работе установки СВР-1 проводилось с различными механическими системами. Синхронизация вращения роторов производилась первоначально с электронным частотно-модулированным генератором, а затем - с основным диском ИБР. На рис.2 приводится результат измерения временного разрешения системы СВР-1 при синхронизации вращения ротора прерывателя весом ~ 20 кг /диаметр 200 мм/ с частотой нейтронных импульсов ИБР. Скорость вращения ротора - 3000 об/мин. Время непрерывной работы временного анализатора при снятии характеристики "А" - 12 час. После десятичасового перерыва /установка продолжала работать/ проведено повторное измерение - "Б", время набора счёта в каналах анализатора 9 час. При уменьшении T до 1000 мксек временное разрешение системы изменяется до 0,75 мксек, при увеличении до 12000 мксек - 1,5 мксек.

Как показала длительная эксплуатация, система СВР-1 надёжна в работе. В течение одного цикла измерений /несколько суток/ сбоя в работе системы не наблюдалось.

2/ Обсуждение параметров системы СВР-1 проводится в сравнении с опубликованной в [4], основанной на принципе "электрический



ис. 2 . Временное разрешение системы СВРСТ при $T = 5000$ мксек /ширина канала анализатора 0,25 мксек/. Синхронизация вращения ротора с частотой ИБР.

вал" и использовании в качестве ведущего-двигателя постоянного тока. Рассмотрены различные режимы работы системы СВР-1.

3/ Функция разрешения спектрометра ДИН-1 измерена по упругому рассеянию нейтронов с энергией 0,027 эв на алюминии. Разрешение спектрометра по большей пролётной базе - ~ 12 мксек/м.

В пятой главе диссертации: 1/ описывается существо модернизации спектрометра ДИН-1 и проекта ДИН-2, 2/ рассматривается критерий применимости механического прерывателя простой конструкции - без вакуумирования, 3/ описываются отличительные стороны в построении и действии системы СВР-2, разработанной на заключительном этапе решения задачи, поставленной в диссертации /1969г/, 4/ приводятся результаты экспериментальных исследований параметров системы СВР-2 по управлению различными механическими системами.

1/ Проведенная к 1970 г модернизация спектрометра ДИН-1 направлена на увеличение светосилы и разрешения спектрометра. Модернизация сводится, в основном, к применению нового прерывателя, ротор которого имеет диаметр 250 мм /вес 32 кг/ и рассчитан на вращение до 7000 об/мин, и замене счётчиков СМКО-5 на высокоэффективные счётчики, заполненные ^3He .

Проект ДИН-2 разработан применительно к реактору ИБР-2. Высокие параметры ДИН-2 могут быть получены при выполнении следующих условий: база монохроматора - ~ 80 м., вторая пролётная база - ~ 10 м., длительность нейтронного импульса после прерывателя - ~ 10 мксек [5]. Максимальная скорость вращения ротора прерывателя - 6000 об/мин.

2/ Основная цель разработки системы СВР-2³ состоит в повышении скорости вращения ротора прерывателя. Простота применяемого прерывателя - одно из достоинств ранее разработанной системы СВР-1.

Показано, что увеличение скорости вращения ротора прерывателя в воздухе за счёт подводимой к двигателю мощности целесообразно до периферийной скорости ротора 100 м/сек. На основании измерений затрат энергии на вращение ротора в воздухе делаются выводы относительно максимальной мощности усилителя, питающего двигатель. Применяемый в СВР-2 усилитель рассчитан на максимальную выходную мощность ~ 1 квт.

3/ Отличие СВР-2 от ранее разработанной СВР-1 состоит в общем построении /рис.3/ и несколько ином схемном решении ряда устройств. Применён ряд новых устройств, особое место среди которых занимает цифровая система автокоррекции дрейфа схем, определяющих величину T . Автокоррекция позволяет достичь высоких статических параметров системы СВР-2. Цифровой измеритель временной задержки /рис.4/ позволяет осуществлять контроль работы системы в целом путём измерения непосредственно величины T . Введением переменной задержки, линейной схемы пропускания, формирователя достигаются выгодные условия для захвата вращения ротора в режим синхронности с задаваемой частотой импульсного источника нейтронов.

Анализируется действие устройства автокоррекции. Показано, что ошибка регулирования устройства автокоррекции может быть доведена до пренебрежимо малого значения по сравнению с флуктуациями T .

4/ Установка СВР-2 имеет следующие параметры: частота импульсного источника нейтронов 90 - 130 имп/сек при допустимой нестабильности $\pm 1,5$ %. Рабочая частота в системе - поделённая счётчиком I /рис.3/ частота импульсного источника нейтронов - 18 - 26 имп/сек. Устанавливаемая кратность частоты вращения ротора прерывателя относительно рабочей частоты - от 1:1 до 8:1. Максимальная скорость вращения ротора прерывателя для используемого в качестве

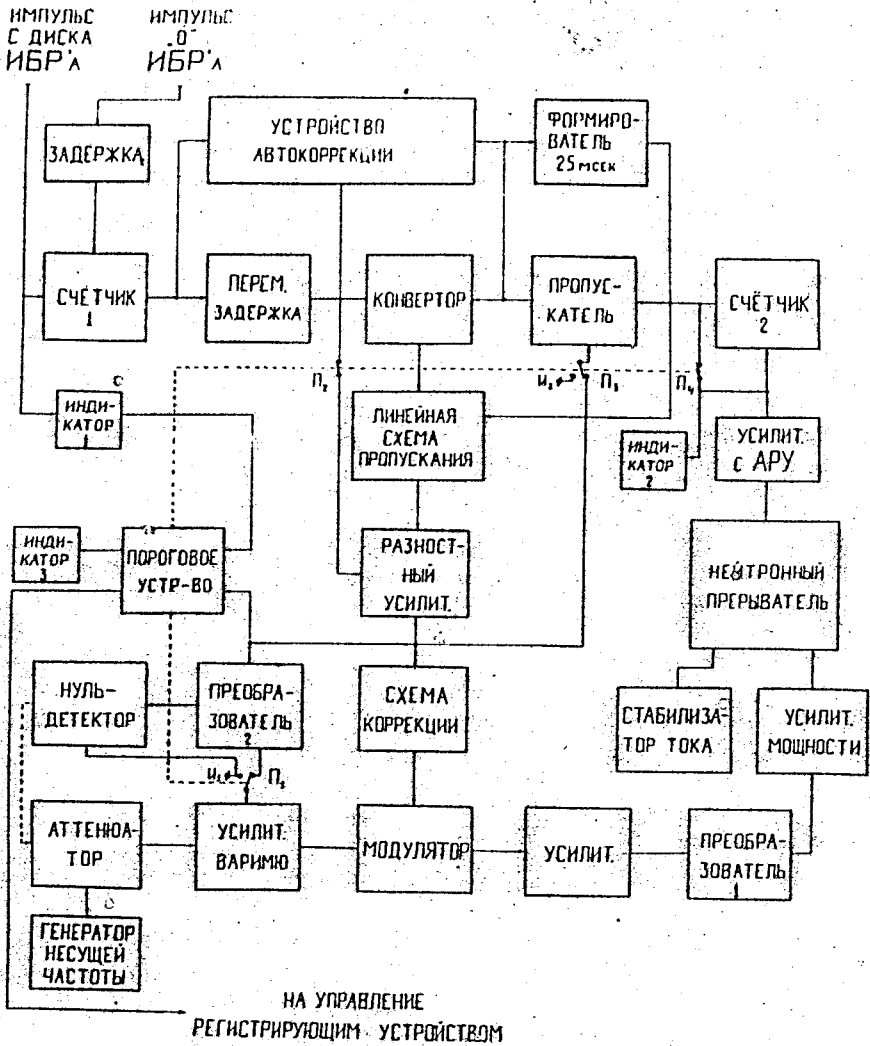


Рис. 3. Блок-схема системы СВР-2. Блок-схема устройства автокоррекции представлена на рис. 4.

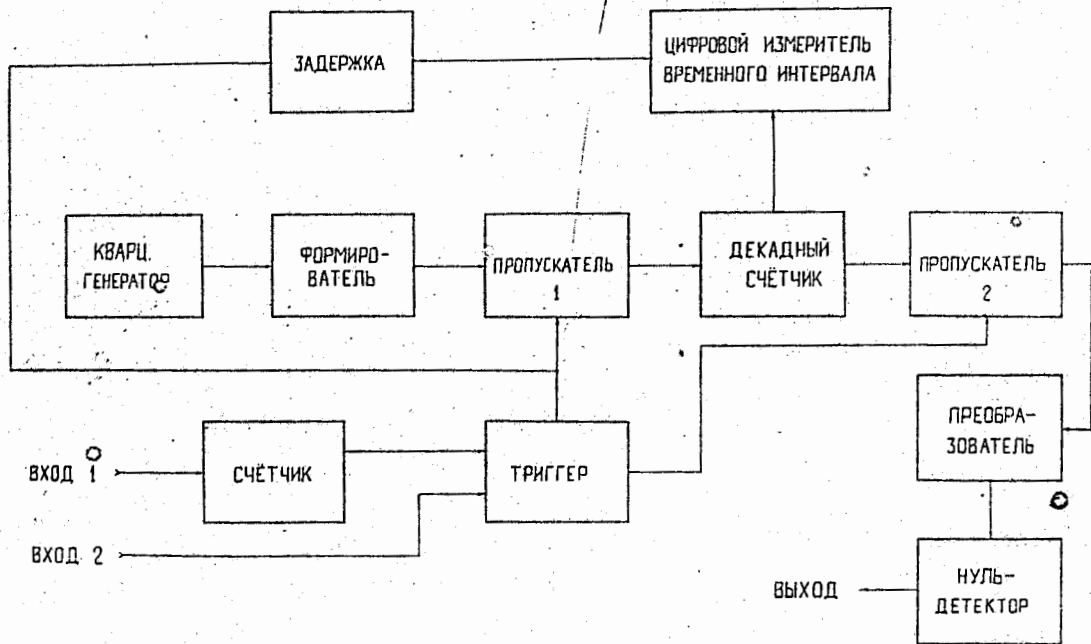


Рис.4. Блок-схема устройства автокоррекции

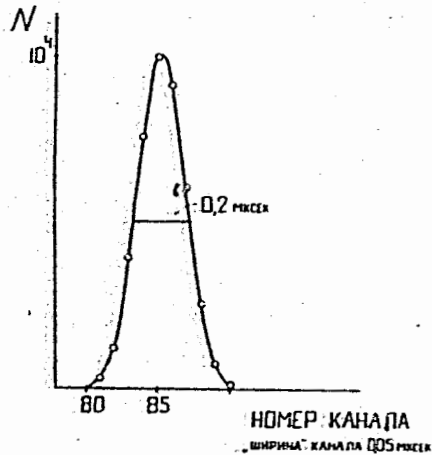


Рис.5. Временное разрешение системы СВР-2 при управлении ротором весом 13 кг. Скорость вращения ротора 10500 об/мин

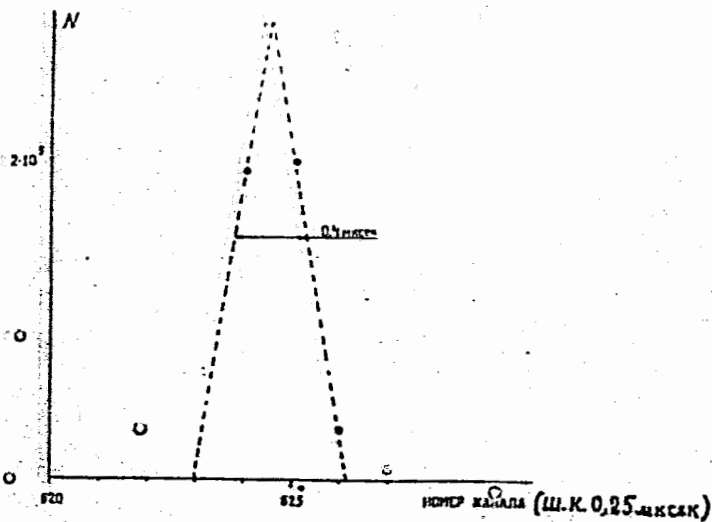


Рис.6. Временное разрешение системы СВР-2 при управлении ротором весом 45 кг. Скорость вращения ротора 4800 об/мин

ведущего двигателя 4ММ-12С - 10000 об/мин.

На рис.5 приводится результат измерений временного разрешения системы СВР-2 при управлении ротором весом ~13 кг /диаметр 200мм/. Измерения проведены при 10500 об/мин ротора. Как показали измерения, временное разрешение системы практически не меняется при уменьшении скорости вращения ротора до 6000 об/мин. Дальнейшее уменьшение скорости вращения ротора приводит к уширению "пика", который при 3000 об/мин ротора имеет полуширину ~ 0,5 мксек. На рис.6 приводится результат измерений временного разрешения системы СВР-2 при управлении ротором весом 45 кг /двухроторная система: вес одного ротора 32 кг при диаметре 250 мм, другого - 13 кг при диаметре 400 мм/. Скорость вращения ротора 4800 об/мин. Время набора счёта в каналах анализатора ~ 5 час.

Система СВР-2, предназначенная для управления прерывателем монохроматора медленных нейтронов на основе ИБР-2, применяется в настоящее время в модернизированном варианте спектрометра ДИМ-1.

В приложениях диссертации /6 приложений/ поясняется работа некоторых электронных схем, представлена конструкция нейтронного прерывателя, показан общий вид системы СВР-2.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные итоги проделанной в диссертации работы сводятся к следующему.

I. На основании проведенного обзора показано, что известные системы синхронизации вращения роторов механических нейтронных прерывателей основаны на принципе "электрический вал", где задаваемым параметром является угловая характеристика - разность фаз /"фаза"/ вращения роторов.

В монохроматорах медленных нейтронов, основанных на методе времени пролёта, необходимая временная задержка T открытого состояния прерывателя относительно нейтронной вспышки, формируемой первым прерывателем, задаётся установкой соответствующей фазы синхронного вращения ротора прерывателя относительно частоты нейтронных вспышек. Такой принцип задания временной задержки T предполагает высокую стабильность скорости вращения роторов; вращение роторов в известных системах синхронизируется с высокостабильной частотой кварцевого генератора.

2. Особенность импульсного быстрого реактора /ИБР/, являющегося мощным и удобным источником нейтронов для исследований с медленными нейтронами состоит в том, что частота нейтронных вспышек недостаточно стабильна: флуктуации частоты нейтронных вспышек достигают 0,4 %, длительная нестабильность ~ 2 %.

Показано, что в монохроматоре медленных нейтронов на основе ИБР неприемлем принцип установки временной задержки T путём задания соответствующей фазы синхронного вращения ротора прерывателя, из-за нестабильности частоты повторения нейтронных импульсов реактора.

Предложен принцип синхронного вращения ротора прерывателя с частотой импульсного источника нейтронов, согласно которому временная задержка T открытого состояния прерывателя относительно нейтронной вспышки является непосредственно задаваемым параметром. При практическом осуществлении предложенного принципа разработана функциональная схема системы управления синхронным вращением ротора с нестабильной частотой импульсного источника нейтронов. На основе рассмотрения процессов в функциональной схеме показано, что высокая точность поддержания T достижима. При этом может применять-

ся прерыватель простой конструкции.

3. На первом этапе решения задачи, поставленной в диссертации, разработана система СВР-1, которая применяется для управления прерывателем монохроматора медленных нейтронов в спектрометре на основе ИБР.

Показано, что основной выигрыш от применения СВР-1 в разрешении спектрометра, находящегося по параметрам на уровне лучших подобных современных экспериментальных установок, достигается благодаря избранному принципу действия её. В результате, нестабильность частоты нейтронных вспышек реактора ИБР не отражается на разрешении спектрометра.

На заключительном этапе решения поставленной задачи разработана система СВР-2, предназначенная для управления механическим нейтронным прерывателем монохроматора в проектируемом спектрометре медленных нейтронов на основе ИБР-2 /в настоящее время система СВР-2 применяется в спектрометре на ИБР-1/.

Система СВР-2 рассчитана на вращение роторов в воздухе до периферийной скорости ≈ 110 м/сек /верхний предел по периферийной скорости соответствует весу применяемого ротора ~ 15 кг, нижний ~ 45 кг/. Скорость вращения ротора 1000 - 10000 об/мин.

Как показали экспериментальные исследования и опыт эксплуатации, разработанные системы обладают высокими параметрами и надёжны в работе.

4. Разработанные системы универсальны и могут применяться в задачах, которые требуют прецизионной синхронизации или стабилизации вращения роторов.

а/ В основном режиме - синхронизация вращения ротора прерывателя с частотой импульсного источника нейтронов при заданной вре-

менной задержке T - основным параметром системы является временное разрешение. Достигнутое временное разрешение при 10500 об/мин ротора - 0,2 мксек.

б/ При использовании систем для синфазного вращения роторов с задающим, точность по фазе составит $\pm 0,005 - 0,01$ градуса, независимо от степени стабильности частоты оборотов последнего.

в/ В режиме стабилизации вращения ротора достижимая стабильность определяется кварцевым генератором и составляет $\sim 0,001$ %. Отклонение скорости вращения ротора от частоты кварцевого генератора не превысит 0,001 %.

Система СВР-2 может быть использована для вращения ротора с более высокой периферийной скоростью /больше 110 м/сек/ при вакуумировании применяемого нейтронного прерывателя.

Изложенный в диссертации материал опубликован в [2,3,6,7,8].

ЛИТЕРАТУРА

1. Г.Е.Блохин, Д.И.Блохинцев, Ю.А.Блюмкина и др., Атомная энергия, 5, т.10, 1961.
2. Р.Э.Багдасаров, Авторское свидетельство № 240121.
3. В.Г.Лифоров, А.Г.Новиков, В.Э.Нозик, В.В.Орлов, В.А.Парфёнов, В.А.Семёнов, Р.Э.Багдасаров, П.С.Клемишев, В.И.Смирнов, Препринт ФЭИ № 129, 1968.
4. *Nuclear Instruments and Methods*, 1966, 39, № 1, 109-118
5. В.Г.Лифоров, В.Э.Нозик, В.А.Парфёнов, В.А.Семёнов, Препринт ФЭИ № 140, 1968.
6. Р.Э.Багдасаров, ПТЭ, 4, 204, 1969.
7. Р.Э.Багдасаров, ПТЭ, 3, 120, 1967.
8. Р.Э.Багдасаров, ПТЭ, 4, 82, 1969.

ТБ-00221 от 12/1-1971 г. Заказ № 30. Тираж 150 экз.
Объем 1,3 усл.п.л. Январь 1971 г.

Отпечатано на ротопринтере ФЭИ