

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



С 344.1к
У-496

14/5-70
13 - 7330

Я.Черны

134/2-74

АППАРАТУРА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЙ
НА МАГНИТНОМ БЕТА-СПЕКТРОМЕТРЕ
С ВЫВОДОМ ПОЛНОЙ СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОЙ
ИНФОРМАЦИИ

1973

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

13 - 7330

Я. Черны

**АППАРАТУРА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЙ
НА МАГНИТНОМ БЕТА-СПЕКТРОМЕТРЕ
С ВЫВОДОМ ПОЛНОЙ СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОЙ
ИНФОРМАЦИИ**

1. ВВЕДЕНИЕ

Для автоматических измерений спектров на магнитном бета-спектрометре типа $2\pi\sqrt{2}$ было создано несколько вариантов измерительной аппаратуры ^{/1,2/}. Эта аппаратура обладала хорошей стабильностью в процессе длительных непрерывных измерений и в значительной степени облегчила труд физика-экспериментатора.

Однако с развитием возможностей использования электронных вычислительных машин в процессе обработки измеренных спектров появилось требование создания такой аппаратуры, которая позволяла бы получать и регистрировать набор всех данных, необходимых для этой цели: а/ номер канала N_0 , б/ текущее время T / время от начала опыта/, в/ время экспозиции ΔT / время измерения в каждом канале/, г/ число импульсов совпадений N_1 и N_2 , д/ напряженность магнитного поля H в зазоре электромагнита спектрометра для данного канала.

Описываемая аппаратура, работающая в автоматическом режиме, обеспечивает вывод всех этих данных на цифropечатающее устройство и на перфоратор.

2. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

Блок-схема аппаратуры приведена на рис. 1. От таймера времени экспозиции ΔT запускаются пересчетные схемы, которые являются частью системы регистрации электронов или позитронов в бета-спектрометре ^{/2/}. После окончания экспозиции прекращается работа пересчетных схем и начинается процесс вывода информации. Это

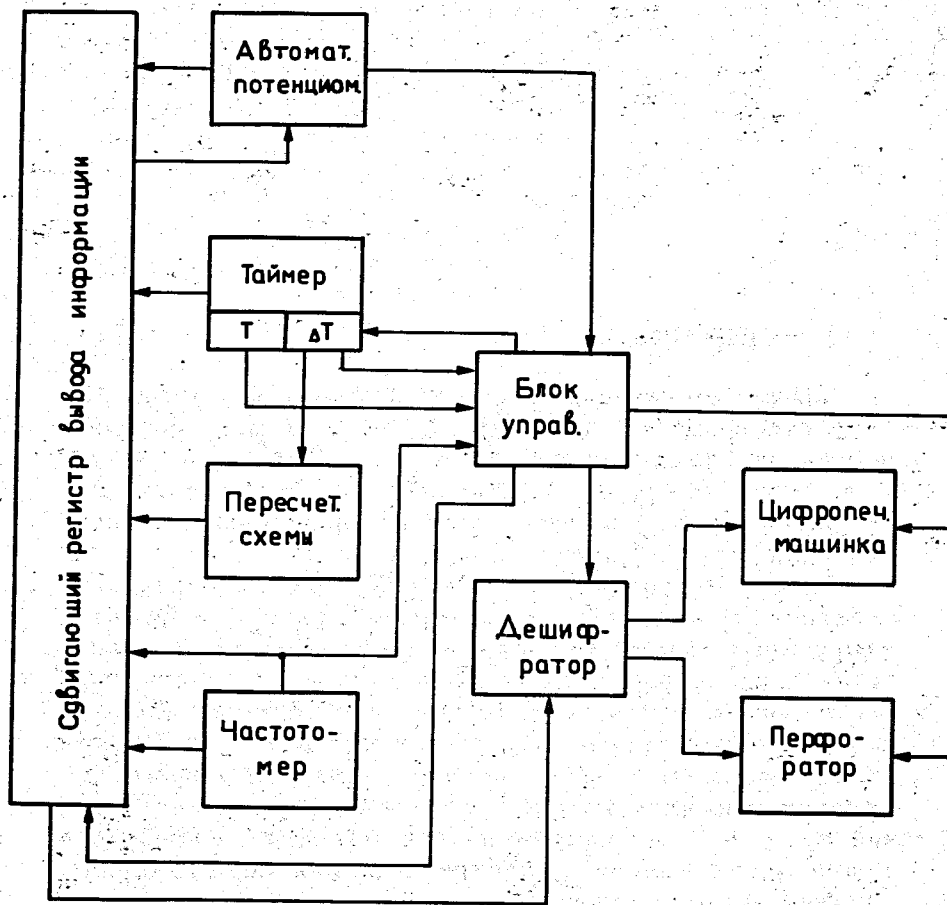


Рис. 1. Блок-схема аппаратуры.

осуществляется путем последовательного опроса пересчетных декад отдельных приборов. При помощи сдвигающего регистра вывода информации производится опрос сначала декад автоматического потенциометра /номер канала N_0 /, затем таймера /время T и ΔT /, пересчетных схем /число импульсов совпадений N_1 и N_2 / и, наконец, частотомера. Частотомер относится к системе основанного на принципе ядерного магнитного резонанса

/ЯМР/ измерителя магнитного поля в зазоре магнита спектрометра^{/5/}. С его помощью измеряется частота колебаний, подаваемых на датчик в зазоре электромагнита спектрометра. Частота, соответствующая скомпенсированному сигналу ЯМР, пропорциональна значению напряженности магнитного поля.

Замкнутый цикл автоматического выполнения измерительных операций обеспечивается блоком управления вместе с таймером ΔT и сдвигающим регистром вывода информации. После окончания времени экспозиции таймер ΔT останавливается, выключает пересчетные схемы и подает на блок управления сигнал начала процесса вывода информации. Однако начало вывода синхронизируется с состоянием декад таймера T /текущего времени/, так как вывод информации из этого прибора должен происходить без его остановки. В начале процесса вывода информации включаются от блока управления моторы цифропечатающей машинки и перфоратора и устанавливается в исходное состояние сдвигающий регистр вывода информации. После этого на его вход поступает серия импульсов опроса. На выходе сдвигающего регистра появляются закодированные сигналы, соответствующие состоянию отдельных декад измерительных приборов. Эти сигналы в дешифраторе преобразуются в сигналы десятичного кода для управления электромагнитами цифропечатающей машинки и в сигналы четырехадесного кода для управления электромагнитами перфоратора. После окончания вывода информации из всех приборов от блока управления запускается таймер ΔT , включаются пересчетные схемы и начинается экспозиция в следующем канале.

Так как измерение магнитного поля в зазоре магнита спектрометра путем компенсации сигнала ЯМР делается вручную, то эта операция осуществляется только в первом и последнем канале измеряемого участка спектра. Промежуточные значения магнитного поля можно вычислить в процессе обработки данных путем интерполирования в предположении, что шаги тока в обмотках электромагнита спектрометра являются строго равномерными. Если частотомер включен, что означает необходимость в данном канале замерить магнитное поле, то потенциал его пита-

ния подается одновременно на сдвигающий регистр вывода информации и на блок управления. В результате этого процесс вывода информации автоматически прекращается перед началом опроса пересчетных декад частотомера. После замера частоты, соответствующей скомпенсированному сигналу ЯМР, вручную производится вывод информации из частотомера, происходит нормальный запуск таймера ΔT и переход к следующей экспозиции. Если для последующих каналов измерения магнитного поля не требуется, то частотомер выключается. В этих случаях вывод информации и начало измерений в последующих каналах происходят без перерыва до повторного включения частотомера.

3. АВТОМАТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИОМЕТР

Три пересчетные декады автоматического потенциометра /рис. 2/ управляют работой реле $P_1 - P_{10}$. Контакты этих реле переключают потенциометрическую систему прецизионных сопротивлений, которые включены в цепь стабилизации и регулирования тока в обмотках электромагнита спектрометра /3/. Этим способом осуществляются шаги тока электромагнита, величину которых можно выбирать в диапазоне 0,01 - 0,08%. Неравномерность величины шага в пределах 300 каналов не превышает $\pm 1\%$.

Запуск декады 10^0 /изменение тока электромагнита спектрометра на один шаг/ происходит автоматически всегда во время процесса вывода информации. Запуск осуществляется после опроса всех трех декад автоматического потенциометра при помощи импульса от триггера T_4 сдвигающего регистра /рис. 5/. Кроме того, декаду 10^0 можно запускать вручную от мультивибратора МВ. Мультивибратор начинает срабатывать после замыкания контакта K_9 , и на его выходе появляются импульсы с частотой следования 4 гц. /Контакты $K_6 - K_{10}$ в схеме автоматического потенциометра и контакты $K_{11} - K_{20}$ в остальных схемах относятся к переключателям на лицевых панелях приборов/. Этот запуск первой декады предусмотрен для обеспечения плавного перехода в другую область

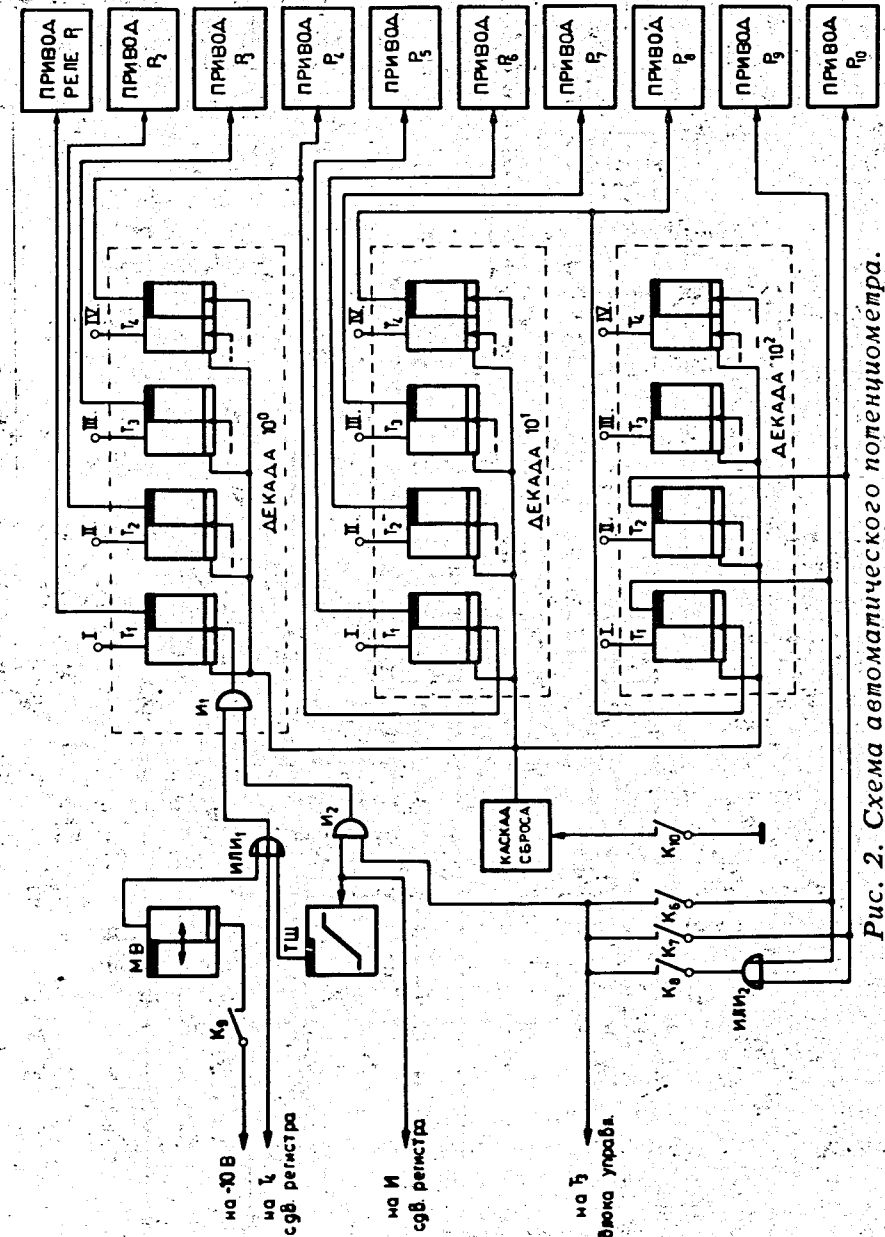


Рис. 2. Схема автоматического потенциометра.

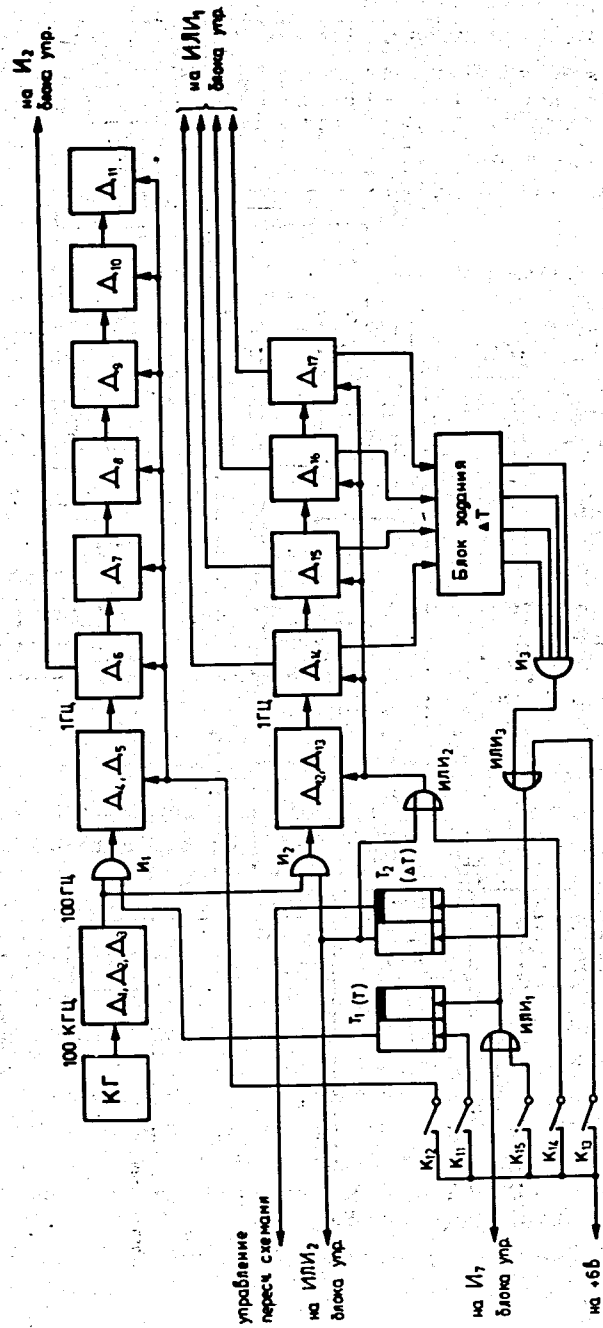


Рис. 3. Схема таймера.

измерения по желанию оператора. Переключателями K_6 , K_7 , K_8 можно задать автоматическое прекращение измерительного цикла после 100, 200 или 300 каналов. Триггер Шмитта ТШ, схемы И₁ и И₂ выполняют операцию задержки запускающего импульса для декады 10^0 на время измерения магнитного поля /включение частотомера/.

4. ТАЙМЕР

Основой таймера /рис. 3/ является кварцевый генератор КГ на 100 кГц. С его выхода поступают импульсы на три декады, Д₁ - Д₃. На выходе Д₃ частота следования импульсов составляет 100 гц /период 0,01 сек/. Эти импульсы подаются на схемы пропускания И₁ и И₂, которые управляются триггерами Т₁ и Т₂ соответственно. Когда эти триггеры находятся в состоянии "1", схемы пропускания открыты и импульсы проходят к соответствующим декадам таймера Т и ΔТ. В обоих случаях происходит сначала деление частоты следования импульсов на 100 /до периода 1 сек/. Импульсы с периодом 1 сек подаются на входы счетчиков секунд времени Т /Д₆ - Д₁₁/ и ΔТ /Д₁₄ - Д₁₇. Декады этих счетчиков выполнены с цифровой индикацией; предусмотрена возможность вывода из них информации. При помощи блока задания ΔТ можно выбрать время экспозиции ΔТ в диапазоне от 1 до 9999 секунд. Шесть декад таймера Т позволяют измерять текущее время до 10^6 секунд. Точность этих данных определяется стабильностью частоты кварцевого генератора КГ и достигает значения $1 \cdot 10^{-5}$.

Декады Д₁₄ - Д₁₇ и триггеры Т₁ и Т₂ управляются вручную контактами К₁₁ - К₁₅. Триггер Т₁(Т) остается после запуска автоматического измерительного цикла на все время опыта в состоянии "1". Триггер Т₂(ΔТ) периодически переходит на время ΔТ в состояние "1", запуская таймер ΔТ и пересчетные схемы, и в состояние "0", запуская систему вывода информации. Кроме того, триггер Т₂ обеспечивает автоматический сброс декад таймера ΔТ в момент его запуска.

С декад Д₁₄ - Д₁₇ выводятся потенциалы, соответствующие состоянию "0", и подаются на систему блокировки

триггеров сдвигающего регистра, то есть опрос декад. Если нет дополнительных блокировок вывода информации /включение частотомера, "стоп" от автоматического потенциометра/, то после окончания опроса всех декад через схему И₇ поступает на триггер Т₂(ΔТ) таймера запускающий импульс, прекращается работа системы вывода, запускаются пересчетные схемы и начинается следующая экспозиция.

Система блокировки процесса вывода информации /схемы И₄, И₅ и ИЛИ₄/ действует при включении частотомера или окончании измерений в выбранном участке. В этом случае перед началом опроса декад частотомера выключаются моторы машинки и перфоратора и одновременно срабатывает статический триггер Т₂, который блокирует мультивибратор МВ. После замера магнитного поля /компенсирующей частоты для сигнала ЯМР/ включением контакта К₂₀ запускается система вывода информации, через 2 секунды триггер Т₂ возвращается в свое первоначальное состояние, прекращается блокировка мультивибратора МВ и начинается опрос декад частотомера. После окончания вывода информации из частотомера происходит запуск следующей экспозиции или полная остановка измерительного цикла. Переключателем К₁₇ задается режим работы - автоматический или вручную.

6. СДВИГАЮЩИЙ РЕГИСТР ВЫВОДА ИНФОРМАЦИИ

С помощью сдвигающего регистра /рис. 5/ осуществляется опрос декад отдельных приборов. Для опроса каждой декады предназначен один триггер с четырьмя схемами пропускания И₁ - И₄. На входы I-IV этих схем поступают потенциалы, соответствующие состояниям триггеров декад. В начале процесса вывода информации все триггеры сдвигающего регистра устанавливаются импульсом сброса от мультивибратора ОВ блока управления в исходное положение. Затем поступает на входы всех триггеров серия тактовых импульсов от мультивибратора МВ блока управления. Триггеры Т₁ - Т₄₁ последовательно

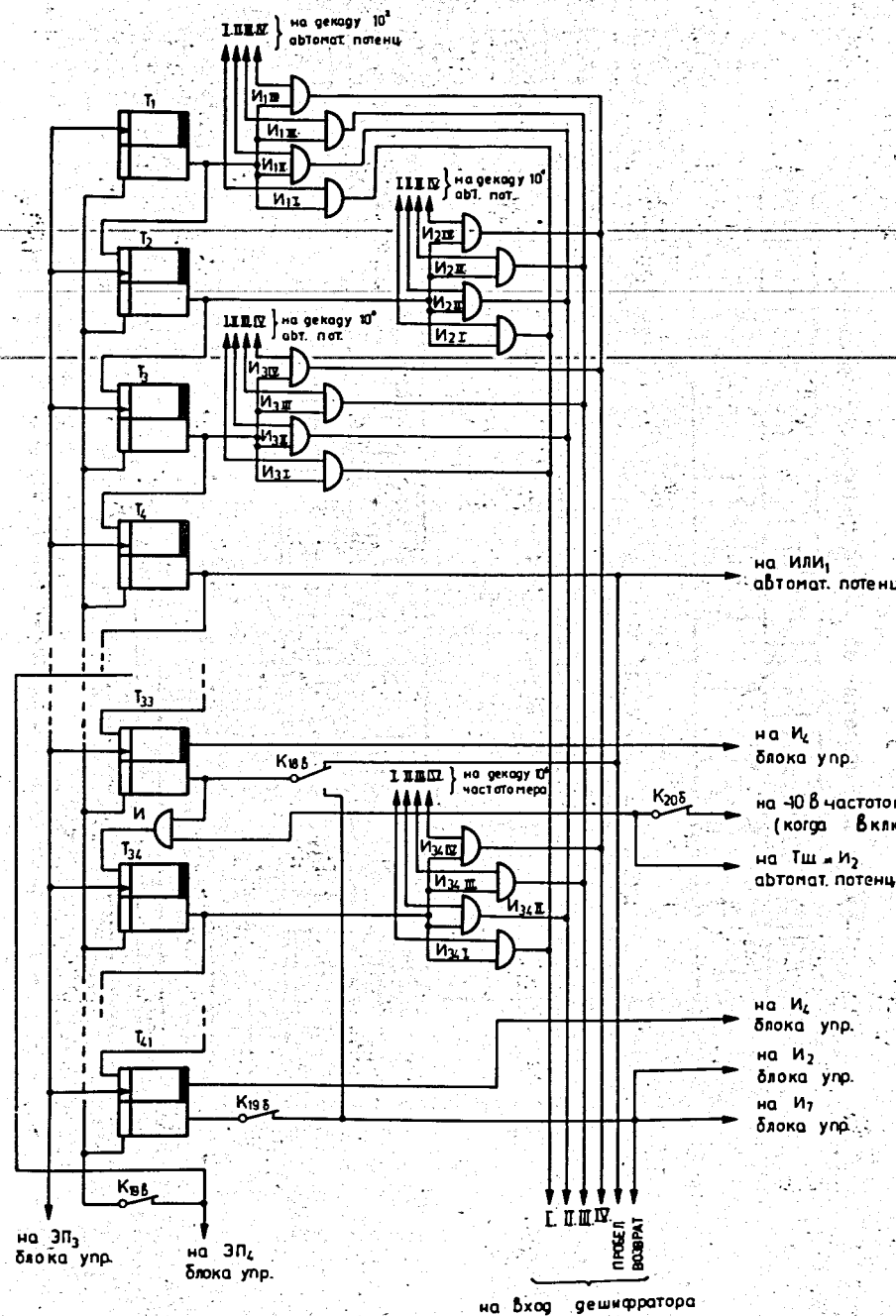


Рис. 5. Схема сдвигающего регистра вывода информации.

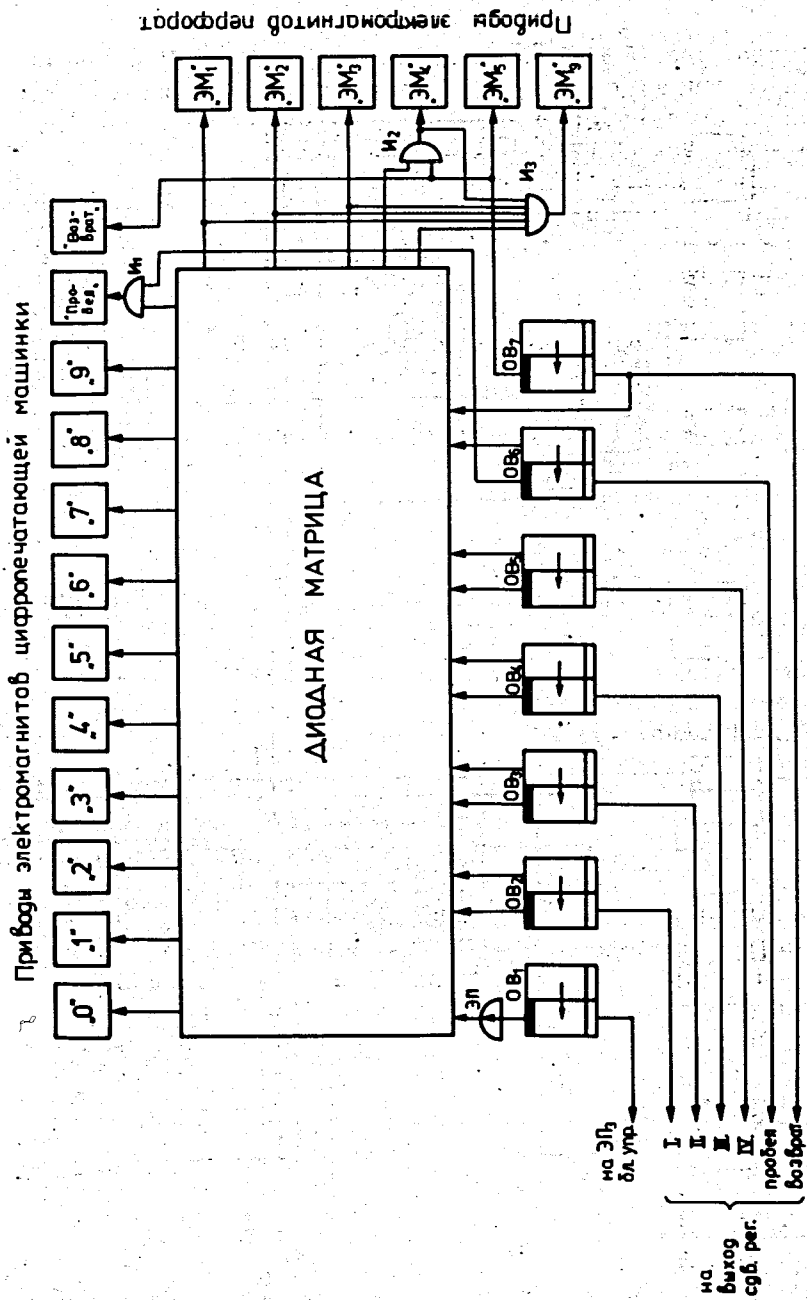


Рис. 6. Схема дешифратора.

перебрасываются, и на выходах схем $I_I - I_{IV}$ /на выходных шинах сдвигающего регистра/ появляются комбинации импульсов в двоично-десятичном коде, соответствующие состояниям отдельных декад.

Триггеры $T_1 - T_3$ производят опрос декад автоматического потенциометра; T_4, T_5 создают пробел для печати перед опросом следующих декад; триггеры $T_6 - T_{11}$ - опрос декад таймера T ; T_{12}, T_{13} - пробел; $T_{14} - T_{17}$ - опрос декад таймера ΔT ; T_{18}, T_{19} - пробел; $T_{20} - T_{24}$ - опрос пяти декад 1-пересчетной схемы; T_{25}, T_{26} - пробел; $T_{27} - T_{31}$ - опрос пяти декад 2-пересчетной схемы, T_{32}, T_{33} - пробел; $T_{34} - T_{40}$ - опрос декад частотомера; T_{41} - создает импульс конца вывода информации.

Контактами переключателей K_{18} и K_{19} можно осуществить опрос декад одних пересчетных схем или декад всех измерительных приборов.

Схема И между триггерами T_{33} и T_{34} служит для блокировки процесса вывода информации перед началом опроса декад частотомера, если он включен.

7. ДЕШИФРАТОР

Импульсы с выходных шин сдвигающего регистра поступают на входы соответствующих одновибраторов $ОВ_2 - ОВ_7$ дешифратора /рис. 6/. Выходы одновибраторов $ОВ_2 - ОВ_5$ являются входными шинами диодной матрицы. Подключение к матрице выхода $ОВ_6$ и входа $ОВ_7$ служит для дополнительных блокировок. Одновибратор $ОВ_1$ вырабатывает запускающие импульсы для приводов электромагнитов машинки и перфоратора. Эти импульсы поступают в зависимости от комбинации срабатывающих одновибраторов только лишь к одному соответствующему приводу электромагнита.

В качестве цифрочатающей машинки используется чехословацкая машинка типа "Consul 242,9". Возврат каретки этой машинки в конце вывода информации обеспечивается одновибратором $ОВ_7$.

В качестве перфоратора служит прибор типа ПЛ-20. Электромагниты $ЭМ_1 - ЭМ_5$ относятся к 1-5 дорожкам

перфорированных отверстий. ЭМ, является электромагнитом муфты сцепления.

В схемах всех приборов принята положительная логика. Жирной чертой обозначены выходы с сигналом "1" /0 в/. Запуск и подготовка всех мультивибраторов, одновибраторов и триггеров Шмитта в этих схемах осуществляется от сигнала "0" /-10 в/.

В аппаратуре применяется частотомер производства ЦЭМ ОИЯИ, описанный в работе ^{16/}.

Во всех цифровых приборах использованы декады того же типа /СД - 0,1/, что и в частотомере ^{16/}.

Описанная аппаратура находится в эксплуатации в отделе ядерной спектроскопии Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ и в течение нескольких лет показала полную надежность в работе.

Литература

1. И.Адам, Ю.Н.Денисов, А.Кокеш, В.Г.Чумин, П.Т.Шишлянников. Изв. АН СССР, сер.физ., 29, 2147 /1965/.
2. Я.Черны, М.Фингер. Препринт ОИЯИ, 13-6550, Дубна, 1972.
3. И.Адам, Ю.Н.Денисов, С.А.Ивашкевич, М.Фингер. ПТЭ, №2, 136 /1965/.
4. П.П.Гавриш, Ю.Н.Денисов и др. Препринт ОИЯИ, 1582, Дубна, 1964.
5. О.В.Стахов. Сборник Ядерный магнитный резонанс в движущихся образцах. Изд. Наука, Казахская ССР, 91 /1968/.
6. Ю.Н.Денисов и др. Измерительная техника, №1 /1968/.

Рукопись поступила в издательский отдел
16 июля 1973 года.