

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



547:97669

9 - 9586

Л.В.Комогорова, В.М.Лачинов, В.К.Маковеев,  
Д.А.Смолин, В.С.Швец

E42

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ПРИВОД  
МАГНИТОМЕТРА МИХ-2  
ПРИ ИЗМЕРЕНИЯХ  
ИМПУЛЬСНЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ  
В АДГЕЗАТОРЕ УТИ

**1976**

## Ранг публикаций Объединенного института ядерных исследований

Препринты и сообщения Объединенного института ядерных исследований /ОИЯИ/ являются самостоятельными публикациями. Они издаются в соответствии со ст. 4 Устава ОИЯИ. Отличие препринтов от сообщений заключается в том, что текст препринта будет впоследствии воспроизведен в каком-либо научном журнале или аperiodическом сборнике.

### Индексация

Препринты, сообщения и депонированные публикации ОИЯИ имеют единую нарастающую порядковую нумерацию, составляющую последние 4 цифры индекса.

Первый знак индекса - буквенный - может быть представлен в 3 вариантах:

“Р” - издание на русском языке;

“Е” - издание на английском языке;

“Д” - работа публикуется на русском и английском языках.

Цифра, следующая за буквенным обозначением, определяет тематическую категорию данной публикации. Перечень тематических категорий изданий ОИЯИ периодически рассылается их получателям.

Индексы, описанные выше, проставляются в правом верхнем углу на обложке и титульном листе каждого издания.

### Ссылки

В библиографических ссылках на препринты и сообщения ОИЯИ мы рекомендуем указывать: инициалы и фамилию автора, далее - сокращенное наименование института-издателя, индекс, место и год издания.

Пример библиографической ссылки:

*И.Н.Иванов. ОИЯИ, Р2-4985, Дубна, 1971.*

9 - 9586

Л.В.Комогорова, В.М.Лачинов, В.К.Маковеев,  
Д.А.Смолин, В.С.Швецов

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ПРИВОД  
МАГНИТОМЕТРА МИХ-2  
ПРИ ИЗМЕРЕНИЯХ  
ИМПУЛЬСНЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ  
В АДГЕЗАТОРЕ УТИ

Автоматизированный привод магнитометра МИХ-2  
при измерениях импульсных магнитных полей в адгезаторе УТИ

Рассмотрен автоматизированный привод (координатор) датчика Холла магнитометра МИХ-2, используемый при измерениях импульсных полей в камере адгезатора коллективного ускорителя. ~~Камерный объект~~ камеры:  $H = 30-450$  Гс,  $r = 20$  мм,  $\theta = 0-360^\circ$ . Точность установки относительно шкал координатора по  $H$  и  $\theta$  составляет  $\pm 0,5^\circ$ . Часть координатора, расположенная у камеры, не имеет металлических элементов. Имеется режим ручного и автоматизированного управления с выходом на ЭВМ. В схеме управления использован реверсивный десятичный счетчик, РС-020.

Работа выполнена в Отделе новых методов ускорения ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований  
Дубна 1976

В коллективном ускорителе тяжелых ионов /УТИ/ Отдела новых методов ускорения ОИЯИ формирование электронных колец происходит в адгезаторе - адиабатическом генераторе заряженных торов<sup>/1/</sup>. Сжатие электронных колец осуществляется с помощью импульсного магнитного поля. Необходимо достаточно точно измерить распределение этого магнитного поля в пространстве и времени и сформировать заданную его конфигурацию.

Проведено несколько циклов измерений магнитных полей в камере адгезатора с диаметром 1 м, которые позволили получить импульсное магнитное поле, близкое к расчетному<sup>/2/</sup>. Измерения импульсных магнитных полей выполнялись с помощью холловского магнитометра МИХ-2<sup>2/</sup>, регистрировавшего мгновенные значения полей в задаваемые моменты времени с точностью лучше 0,1%. Поскольку требовалось провести многие десятки тысяч измерений, измерительная система работала на линии с ЭВМ в автоматизированном режиме. При этом использовалась специальная система дистанционного автоматизированного привода датчика МИХ-2, называемая ниже координатором, описанию которой и посвящено данное сообщение.

Координатор должен обеспечивать установку датчика магнитометра в любую точку объема камеры, где требуется измерить магнитное поле. Установка по координатам  $R$ ,  $Z$  и  $\phi$  должна производиться с относительной точностью не хуже 0,2 мм по  $R$  и  $Z$  и 0,5 градуса по  $\phi$ . В части конструкции координатора, расположенной внутри камеры адгезатора или близко к ней, нельзя использовать металлические элементы, чтобы не вызвать искажения измеряемого поля. В зависимости от режима работы координатора должно обеспечиваться как местное и



перемещения датчика б по оси камеры Z - 3, по азимуту  $\phi$  - 4, по радиусу R - 5. Кроме того, имеется местный и дистанционный /с выходом на ЭВМ/ пульты управления.

Базисная плита 1 изготовлена из текстолита и служит базой для размещения на ней механизмов вращения и перемещения датчика. Консоль 2 выполнена из составной керамической трубы и образует вынесенную опору вала 8. Механизм перемещения по Z состоит из направляющей 3, выполненной из стеклотекстолита, винта 9 и линейки с нониусом. При вращении маховика 13 винт 9 перемещает направляющую 3 в пазу базисной плиты. Вместе с направляющей 3 перемещается вал 8 и направляющая 17, на которой установлен датчик б. По линейке с нониусом датчик устанавливается в заданной плоскости камеры.

Механизм вращения датчика по  $\phi$  состоит из двигателя 4 типа МС-160, червячной пары 15,16, вала 8, направляющей 17, датчика  $\phi$  19, шкалы 20 с нониусом и ограничителя поворота. Вал 8 в виде керамической трубы установлен на двух опорах: радиально-упорном подшипнике 23 и текстолитовом подшипнике скольжения консоли 2. В пазу направляющей 17 из стеклотекстолита устанавливается каретка, на которой с помощью скобы крепится датчик б. Вращение вала двигателя 4 вызывает поворот направляющей 17 и датчика б на угол, определяемый по шкале 20 или дистанционно с использованием датчика  $\phi$ 19.

Механизм перемещения датчика б по радиусу состоит из двигателя 5 типа МС-160, двух винтовых пар 40 и 41, валов 42 и 43, нитей 44 и 45, шкалы 46 с нониусом, датчика положения 48 и ограничителя перемещения. Валы имеют резьбу с шагом 1 мм. Нити 44 и 45 изготовлены из танталовой проволоки диаметром 0,3 мм. Их натяжение осуществляется пружиной 53. Ограничитель положения состоит из двух концевых выключателей, устанавливающих предельные положения датчика б по радиусу. Вращение двигателя 5 передается на валы 42 и 43, которые сообщают поступательное движение маточным гайкам 51 и 52. Это движение с помощью нитей передается на каретку с датчиком б, положение

которого по радиусу задается по шкале с нониусом или дистанционно с использованием датчика положения R48.

Датчик магнитного поля представляет собой капсулу из стеклотекстолита с датчиком Холла. На капсуле отмечено положение чувствительной области датчика Холла, а одна из граней капсулы является опорной и параллельна плоскости датчика Холла. К капсуле прикреплен кабель, который через устройство эвакуации выводится через нижний патрубок камеры к МИХ-2.

В рабочем состоянии /рис. 2/ координатор 1 расположен на массивной подставке 2 таким образом, что центр вращения датчика совмещен с осью камеры адгезатора, а чувствительный элемент датчика находится в медианной плоскости.

Юстировка координатора производится с помощью винтов 3 и 5. Относительное положение координатора

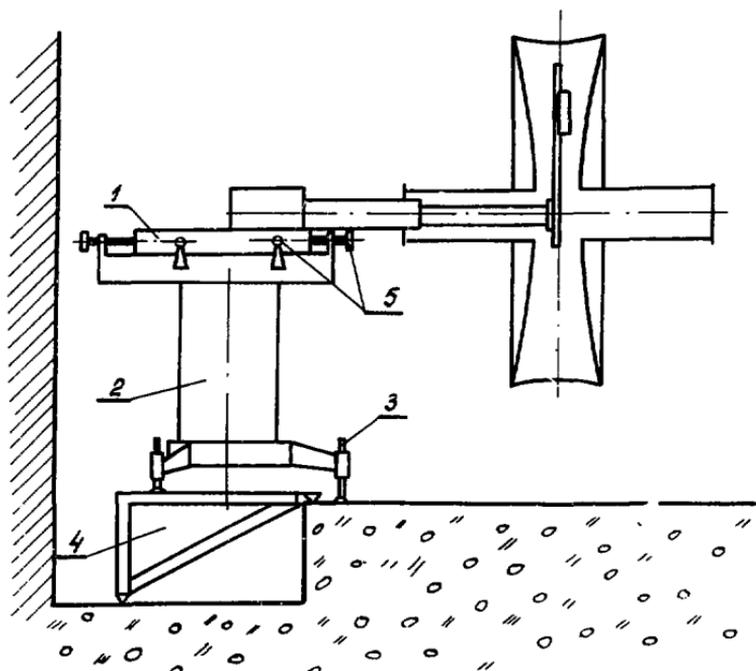
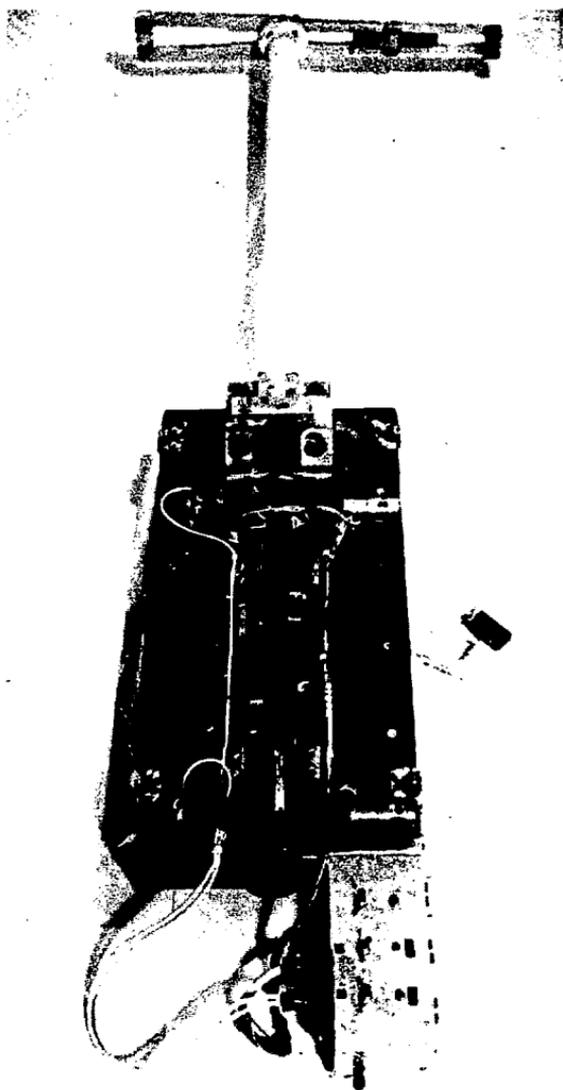


Рис. 2. Схема установки и юстировки координатора.



*Рис. 3. Внешний вид механической части координатора и пульта местного управления.*

и адгезатора обеспечивается раздельной выставкой их относительно общих базовых осей зала с точностью не менее 0,3 мм. Выставка производится с использованием геодезических приборов - нивелира и теодолита. На время выставки координатора датчик магнитного поля заменяется геометрически подобной капсулой с маркой, определяющей центр чувствительности элемента датчика.

Внешний вид механической части координатора и пульта местного управления представлен на *рис. 3*.

### *Устройство управления координатором*

Пульт местного управления крепится к базисной плите координатора /*рис. 3*/. В нем расположены коммутационный блок с кнопками местного управления приводом вращения и перемещения датчика, усилители-формирователи сигналов с фотодатчиков, разъемы кабелей питания и дистанционного управления. Управление координатором возможно как непосредственно у камеры адгезатора, так и на расстоянии более 50 м от нее с дистанционного пульта управления.

Схема одного канала управления перемещением датчика показана на *рис. 4*. Ключ  $K_4$  определяет направление перемещения датчика или включение режима "реверс дистанционный", когда направление задает ключ  $K_6$ . При этом к источнику питания подключается либо обмотка  $\Pi_1$ , либо обмотка  $\Pi_2$  двигателя МС-160. Начало движения определяется замыканием кнопки "пуск"  $K_3$  в случае местного управления и  $K_5$  - дистанционного. Крайние положения датчика фиксируются концевыми выключателями  $K_1$  и  $K_2$ , расположенными на механизме перемещения, причем в начальном положении датчика горит лампа Л.

Перемещение датчика по радиусу и азимуту регистрируется с помощью соответствующих датчиков перемещения, сигналы с которых формируются и подаются на реверсивные счетчики. Датчик перемещения представляет собой диск с отверстиями  $\Pi$ , закрепленный на оси дви-

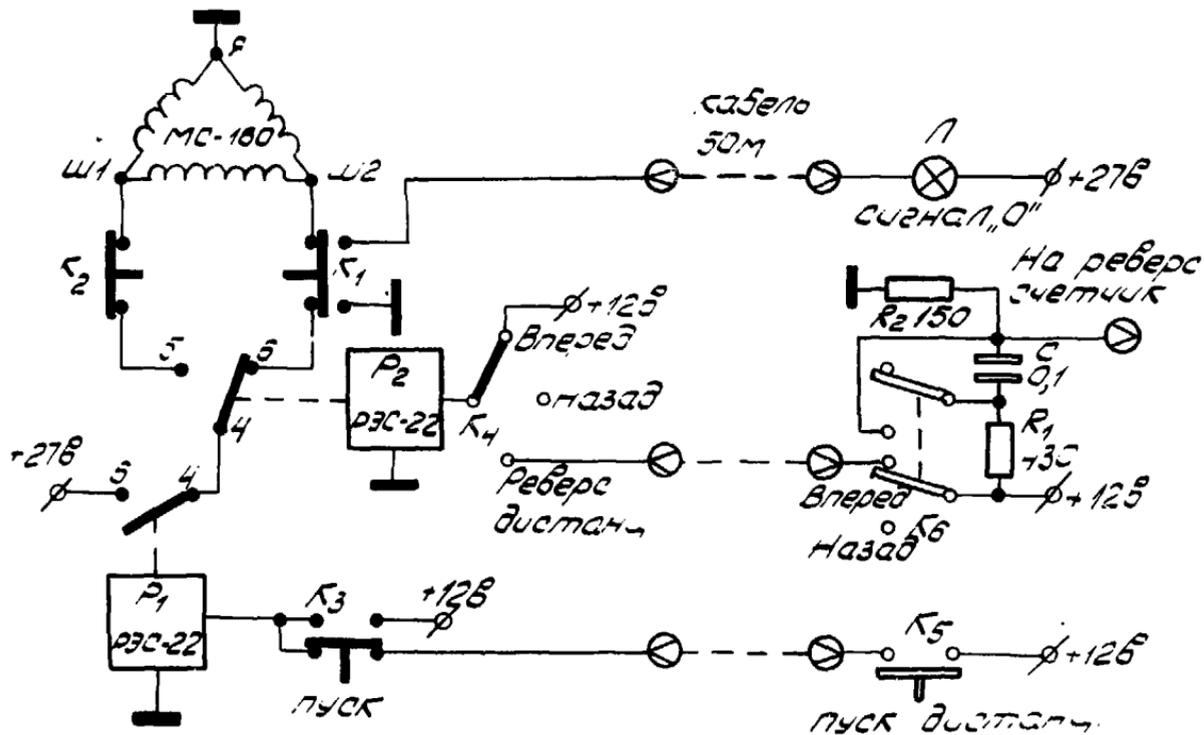


Рис. 4. Схема канала управления перемещением датчика.

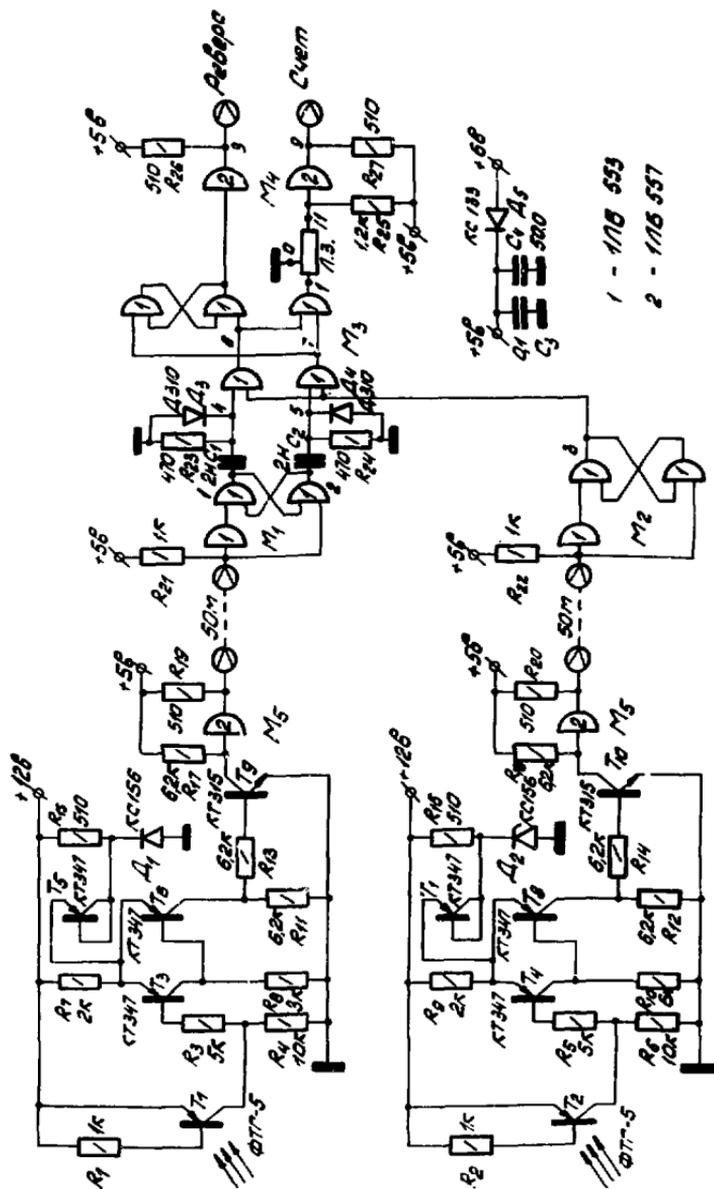


Рис. 5. Схема формирования сигналов для реверсивного счетчика.

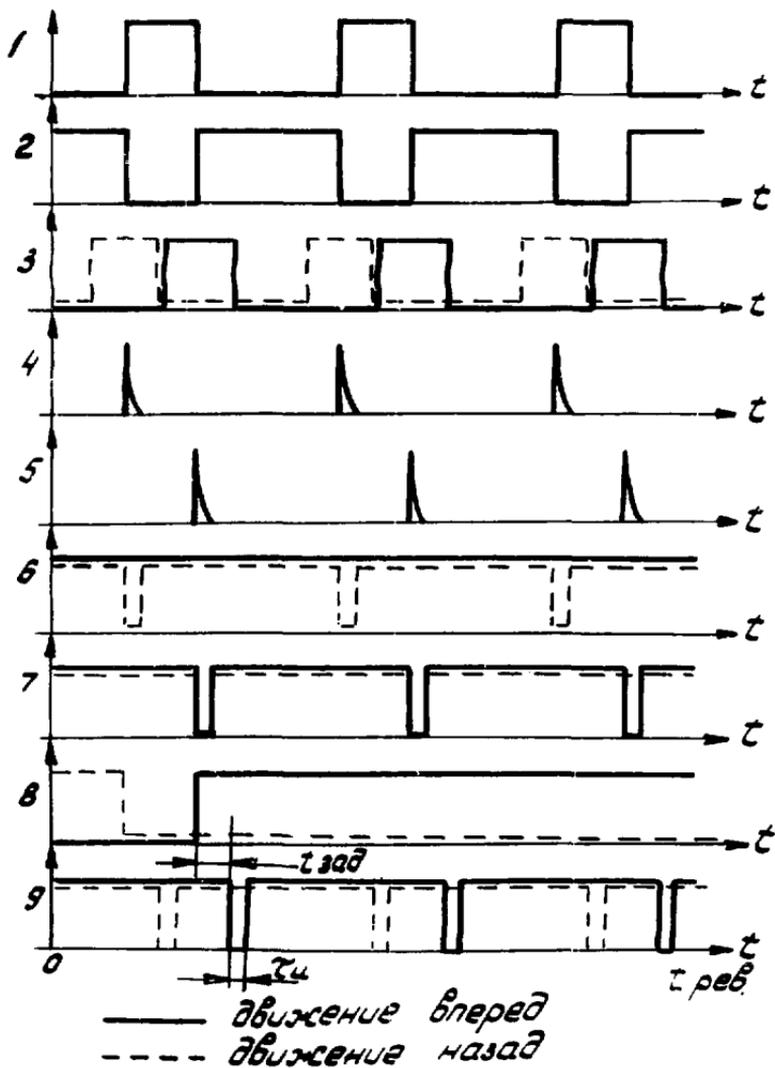


Рис. 6. Временные диаграммы сигналов в схеме формирования.

гателя МС-160 /рис. 1А/. С одной стороны диска расположена осветительная лампа 10, а с другой стороны, напротив, фототранзистор 12. При вращении диска отверстия периодически обеспечивают засветку фототранзистора от лампочки. Для определения направления вращения двигателя в датчиках имеются две пары, состоящие из лампы и фототранзистора, которые смещены относительно друг друга по окружности вращения отверстий. Сигналы с фототранзисторов формируются в пульте местного управления с помощью транзисторных триггеров Шмитта /рис. 5/ в виде прямоугольных импульсов. Затем эти импульсы по кабелю поступают в блок дистанционного управления, где с их помощью вырабатываются для реверсивного счетчика импульсы счета и реверса /рис. 5/. Схема работает следующим образом. Сформированные импульсы с фототранзисторов поступают на соответствующие R-S триггеры на модулях  $M_1$  и  $M_2$ . Выходные импульсы с первого триггера /рис. 6,1,2/ дифференцируются /рис. 6,4,5/ и вместе с выходным импульсом со второго триггера /рис. 6,3/ подаются на входы двух инверторов модуля  $M_3$ . При движении вперед на выходе одного инвертора устанавливается положительный потенциал, а на выходе 7 и 9 появляются счетные импульсы. В этом случае на выходе "реверс" возникает положительный потенциал, который задает режим сложения счетных импульсов в реверсивном счетчике. Чтобы не происходило потери счетного импульса в период установки сигнала реверса, счетный импульс задерживается линией задержки ЛЗ на  $t_{\text{ЛЗ}} \approx 1$  мкс и затем поступает на выход "счет" /рис. 5/. Длительность счетных импульсов  $t_{\text{И}} \approx 1$  мкс. При движении назад /рис. 6, пунктир/ положительный потенциал устанавливается в точке 7, что дает ноль на выходе "реверс" и определяет режим вычитания счетных импульсов в реверсивном счетчике.

### *Реверсивный счетчик*

Реверсивный десятичный счетчик РС-020 выполнен, как и дистанционный пульт управления, в стандарте

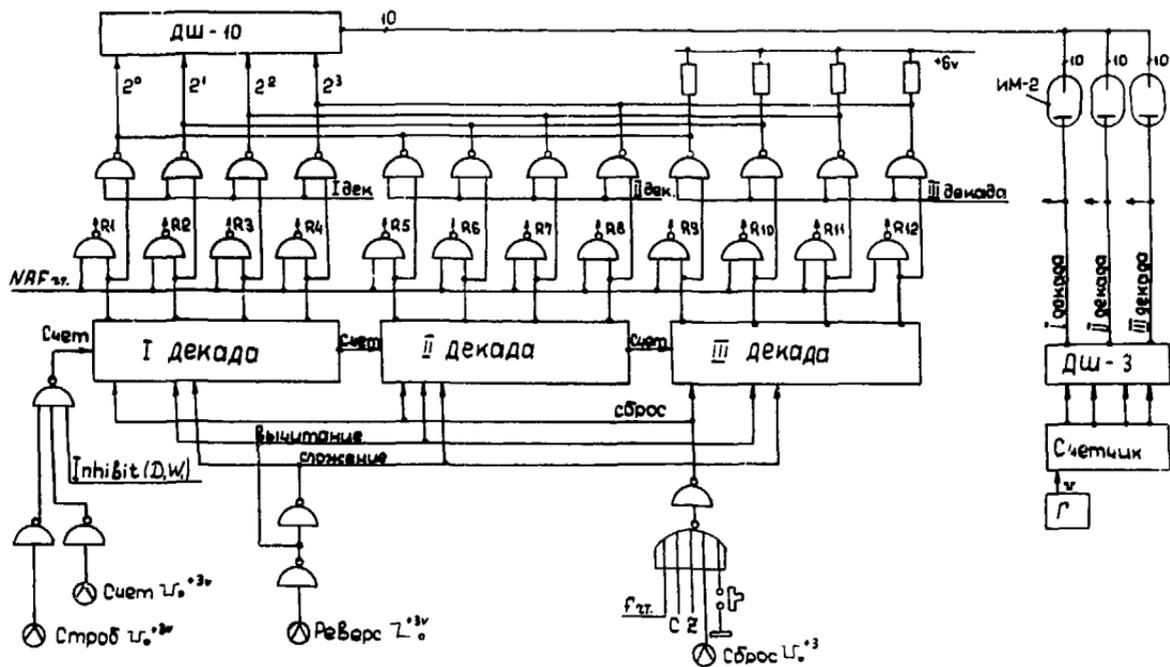


Рис. 7. Функциональная схема реверсивного декадного счетчика.

“Вишня” и представляет собой ячейку одинарной ширины. Функциональная схема устройства / с. 7/ включает в себя трехдекадный реверсивный счетчик, схему индикации и схему КАМАК - операций для связи с ЭВМ /1/.

Счетный вход управляется внешним сигналом “строб”, сигналом “Inhibit” от ЭВМ и потенциалом с переключателя на передней панели. Направление счета определяется сигналом на входе “реверс”: логическая “1” /+3 В/ - сложение, логический “0” - вычитание.

Принципиальная схема одной декады приведена на рис. 8/5/. Максимальная скорость счета - 15 МГц, минимальная длительность импульса на счетном входе и стробирующего сигнала - 35 нс. При работе с сигналами минимальной длительности задержка между ними должна быть равна нулю. Минимальная длительность импульса

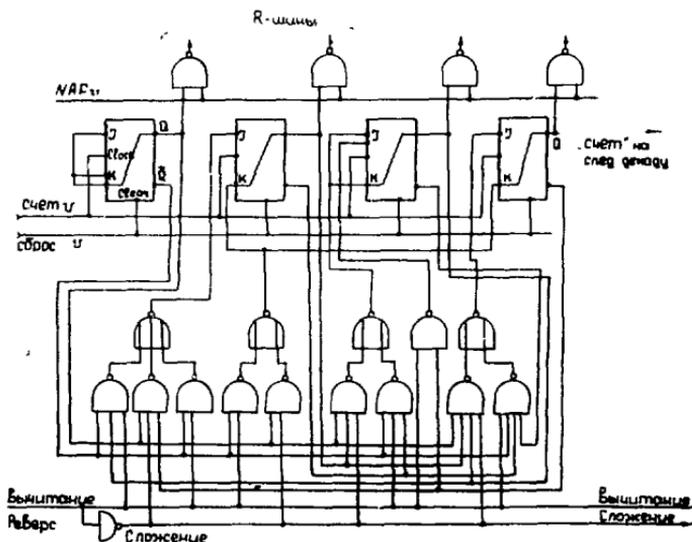


Рис. 8. Принципиальная схема декады реверсивного счетчика.

сброса - 200 нс. Сигнал на входе "реверс" должен опережать импульсы, подаваемые на счетный вход, более чем на 100 нс. Уровни сигналов соответствуют стандарту КАМАК для несогласованных входов. Для индикации используются цифровые газоразрядные лампы типа ИИ-2.

В блоке РС-020 реализованы следующие операции КАМАК:

1.  $N \cdot A_0 \cdot F_0$  - считывание содержимого счетчика без разрушения информации.
2.  $N \cdot A_0 \cdot F_2$  - считывание с разрушением информации.
3.  $N \cdot A_0 \cdot F_6$  - чтение характеристики блока.
4.  $N \cdot A_0 \cdot F_9$  - сброс содержимого счетчика.
5.  $I(\text{Inhibit})$  - стробирование счетного входа сигналом по шине I /запрет/. Схема счетчика выполнена на элементах серии 155.

### *Заключение*

Рассмотренный выше координатор имеет следующие технические данные:

#### 1. Диапазон установки датчика:

- |                       |            |
|-----------------------|------------|
| а/ по радиусу /мм/    | - 35 ÷ 430 |
| б/ по азимуту /град/  | - 0 ÷ 360  |
| в/ по оси камеры /мм/ | - 0 ± 20   |

#### 2. Максимальная скорость перемещения датчика

- |                        |       |
|------------------------|-------|
| а/ по радиусу /мм/с/   | - 2,5 |
| б/ по азимуту /град/с/ | - 12  |

#### 3. Точность установки датчика по счетчикам:

- а/ по радиусу /мм/ - 0,2  
б/ по азимуту /град/ - 0,5

Габариты устройства /мм/  
- 1870x360x200.

Точность установки датчика по радиусу ограничивалась наличием трехразрядного счетчика. Как показала проверка, при соответствующем счетчике возможно повысить точность установки относительно шкалы координатора ( $\pm 0,2$  мм).

В процессе многодневных сеансов измерения магнитных полей в адгезаторе вся система координатора была окончательно отработана, показала надежное функционирование и хорошо выполняла заложенные в нее при проектировании требования.

#### *Литература*

1. Л.С. Барабаш и др. Сообщение ОИЯИ, Д9-7697, Дубна, 1974.
2. В.С. Александров и др. Сообщение ОИЯИ, Р9-8753, Дубна, 1975.
3. В.М. Лачинов, В.К. Маковеев. Препринт ОИЯИ, Р9-8118, Дубна, 1974.
4. EUR 4100, Revised Version, 1972, Luxembourg, August, 1972.
5. А.Г. Алексеев. Основы микросхемотехники. Сов. радио, 1971.

*Рукопись поступила в издательский отдел  
3 марта 1976 года.*



## Условия обмена

Препринты и сообщения ОИЯИ рассылаются бесплатно, на основе взаимного обмена, университетам, институтам, лабораториям, библиотекам и научным группам более 50 стран.

Помимо регулярной рассылки в порядке обмена, издательский отдел ежегодно выполняет около 4000 отдельных запросов на высылку препринтов и сообщений ОИЯИ. В таких запросах следует обязательно указывать индекс запрашиваемого издания.

## Адреса

Письма по всем вопросам обмена публикациями, а также запросы на отдельные издания следует направлять по адресу:

*101000 Москва,  
Главный почтамт, п/я 79,  
Издательский отдел  
Объединенного института  
ядерных исследований.*

Адрес для посылки всех публикаций в порядке обмена, а также для бесплатной подписки на научные журналы:

*101000 Москва,  
Главный почтамт, п/я 79.  
Научно-техническая библиотека  
Объединенного института  
ядерных исследований.*

Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований.  
Заказ 21350. Тираж 365. Уч.-изд. листов 0,85.  
Редактор Б.Б. Колесова. Подписано к печати 27.4.76 г.  
Корректор Р.Д. Фомина