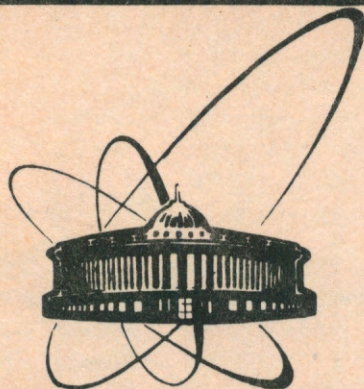


91-391



СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

13-91-391

А.Я. Астахов, А.Кишваради, В.И. Краснослободцев,
Й.Молнар, Л.М. Сороко, В.В. Терещенко,
И.Торма

ЭЛЕКТРОННО-КОМПЬЮТЕРНЫЕ БЛОКИ
МЕЗООПТИЧЕСКОГО ФУРЬЕ-МИКРОСКОПА
С ОДНОКАНАЛЬНЫМИ ФОТОПРИЕМНИКАМИ
И С ПЗС-МАТРИЦЕЙ

1991

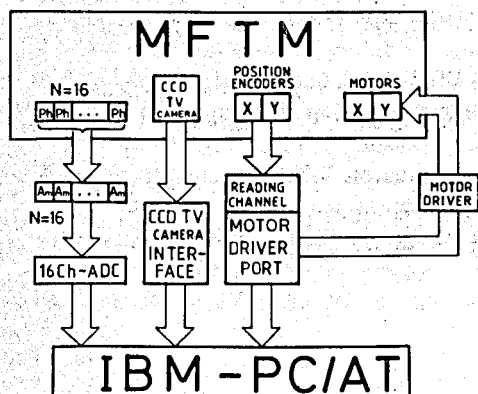
1. ВВЕДЕНИЕ

В^{1/} описан мезооптический фурье-микроскоп (МФМ) с одноканальными фотоприемниками, изложена система освещения ядерной фотоэмульсии при поиске прямых следов частиц заданной ориентации, дана полная блок-схема МФМ с одноканальными фотоприемниками, а также приведена типичная операция юстировки системы освещения МФМ.

В данной работе описаны электронно-компьютерные блоки, которые используются в МФМ с одноканальными фотоприемниками^{1/}, а также в МФМ с ПЗС-матрицей^{2/}. В отличие от предыдущего варианта электроники МФМ, который был выполнен в стандарте КАМАК^{2/}, в новом исполнении электроники МФМ использованы возможности интерфейсной шины компьютера IBM-PC/AT. Блок отсчетного канала, интерфейс ПЗС-матрицы и АЦП выполнены в форме "внутренней" электроники компьютера IBM-PC/AT. Для МФМ с одноканальными фотоприемниками^{1/} разработаны также блок из 16 усилителей сигналов, поступающих с фотосопротивлений типа СФЗ-4Б, а также оптоэлектронные концевики X-Y кареток.

2. БЛОК-СХЕМА ЭЛЕКТРОНИКИ МФМ

На рис.1 приведена общая блок-схема электроники МФМ, которая содержит фотосопротивления Ph_i ($i = 1, 16$), TV-камеру с ПЗС-матрицей (CCD TV camera), датчики положения X-Y кареток (Position encoders, X, Y), электродвигатели X и Y (Motors, X, Y), усилители сигналов Am_i ($i = 1, 16$), 16-канальный интерфейс для фотосопротивлений с блоком АЦП (16Ch-ADC), интерфейс ПЗС-матрицы (CCD TV camera interface), отсчетный канал (Reading channel), блок привода электродвигателей (Motor driver), порт привода электродвигателей (Motor driver port) и персональный компьютер IBM-PC/AT.



фотосопротивления Ph_i ($i = 1, 16$), TV-камеру с ПЗС-матрицей (CCD TV camera), датчики положения X-Y кареток (Position encoders, X, Y), электродвигатели X и Y (Motors, X, Y), усилители сигналов Am_i ($i = 1, 16$), 16-канальный интерфейс для фотосопротивлений с блоком АЦП (16Ch-ADC), интерфейс ПЗС-матрицы (CCD TV camera interface), отсчетный канал (Reading channel), блок привода электродвигателей (Motor driver), порт привода электродвигателей (Motor driver port) и персональный компьютер IBM-PC/AT.

Рис.1. Общая блок-схема электроники МФМ.

Объяснительный институт
специальных исследований
БИБЛИОТЕКА

Сигналы с датчиков положения X-Y кареток поступают в отсчетный канал и в компьютер. Управляющие сигналы из компьютера поступают через порт привода электродвигателей, отсчетный канал в блок привода X-Y кареток, а затем на электродвигатели X-Y. Сигналы с фотоспротивлений типа СФЗ-4Б поступают через усилители сигналов в 16-канальный интерфейс с 10-разрядным АЦП, а затем заносятся в блок памяти компьютера.

Видеосигналы с ПЗС-матрицы направляются в интерфейс ПЗС-матрицы, который содержит компаратор, и после сравнения с заданным уровнем по интенсивности заносятся в блок памяти емкостью 3x32 Кбайт. Во время работы управляющий компьютер может обращаться к расширенной памяти.

3. ОТСЧЕТНЫЙ КАНАЛ (READING CHANNEL)

Отсчетный канал реализован на персональном компьютере IBM-PC/AT с использованием датчиков положения X-Y кареток МФМ на основе скрещенных дифракционных решеток¹², интерфейса для регистрации координат положения X-Y кареток и блока управления электродвигателями X, Y через персональный компьютер (ПЭВМ).

Интерфейс содержит схему выработки счетных импульсов, два 20-разрядных реверсивных счетчика X-Y, 40-разрядный регистр для временного хранения координат, два регистра для связи с блоком управления кареток X-Y МФМ и схему управления.

Поступающие с датчиков положения сигналы (по два сигнала с каждого датчика) имеют колоколообразную форму и сдвинуты друг относительно друга на четверть периода. При движении кареток X-Y в прямом и обратном направлениях временное расположение сигналов изменяется. Эти сигналы поступают на входы формирователей (триггеры Шмитта) и преобразуются в сигналы TTL.

Выработка счетных импульсов на сложение и вычитание для 20-разрядных реверсивных счетчиков X-Y на микросхемах К555ИЕ7 осуществляется микроконтроллером, построенным на 8-разрядном регистре (74LS273), ПЛМ (К556РТ1) и ПЗУ (К556РТ4А).

40-разрядный регистр на микросхемах К555ИР23, подключенный к выходам счетчиков X-Y, предназначен для временного хранения координат от момента отсчета до окончания считывания в ПЭВМ.

Регистры для связи с блоком управления кареток X-Y МФМ служат для передачи информации о положении измерительных кареток.

Интерфейс дешифрирует и выполняет следующие команды ПЭВМ:

- Read 310 — чтение X (1 ÷ 8);
- Read 311 — чтение X (9 ÷ 16);
- Read 312 — чтение Y (1 ÷ 8);
- Read 313 — чтение Y (9 ÷ 16);
- Read 314 — чтение X-Y (17 ÷ 20);

- Write 317 — запись в регистр режима;
- Write 318 — отсчет (запись координат X-Y в выходной регистр и блокировка записи до разрешения);
- Write 319 — разрешение записи координат X-Y в выходной регистр;
- Write 31A — запись в регистр информации о скорости движения кареток X-Y (8 разрядов);
- Write 31B — запись в регистр информации о направлении движения кареток X-Y (4 разряда);
- Write 31C — строб для блока управления кареток X-Y МФМ;
- Write 31D — сброс счетчиков X-Y.

С помощью переключки возможна установка группы адресов 300 ÷ 30D.

Для предотвращения ошибок при регистрации координат производится задержка сигнала записи координат X-Y в выходной регистр в случае пересечения во времени счетных импульсов для счетчиков X-Y с командой ПЭВМ "Отсчет".

Регистр режима предназначен для проверки работоспособности интерфейса путем имитации преобразованных сигналов датчиков положения и имеет следующее назначение разрядов:

	4	3	2	1	0
	режим	фаза Y2	фаза Y1	фаза X2	фаза X1
Режим: 0	— "Работа" — на входы схемы выработки счетных импульсов X-Y через мультиплексор режима поступают преобразованные в TTL сигналы от датчиков положений;				
1	— "Тест" — на входы схемы выработки счетных импульсов X-Y через мультиплексор режима поступают сигналы с выходов 0 ÷ 3 регистра режима, имитирующего преобразованные в TTL сигналы от датчиков положений.				

4. ИНТЕРФЕЙС ПЗС-МАТРИЦЫ (CCD TV CAMERA INTERFACE)

На рис.2 показана функциональная схема интерфейса для ПЗС-камеры типа MARELLI В32-02. Интерфейс состоит из блока компарации сигналов с ПЗС-матрицы и блока памяти на 3x32 Кбайт для хранения трех полукадров бинарного изображения с числом элементов изображения 312x512 в каждом полукадре.

Видеосигналы с ПЗС-матрицы поступают на вход видеосуилителя VIDEO AMP, а затем на первый вход компаратора COMP и на блок синхронизации SYNCHRON. В по-

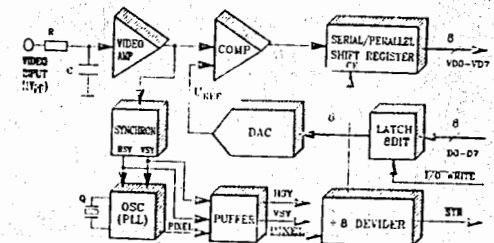


Рис.2. Функциональная схема интерфейса для ПЗС-матрицы.

следнем происходит выделение вертикальных, VSY, и горизонтальных, HSY, синхроимпульсов. Выделение элементов изображения, PIXEL, ПЗС-матрицы ведется при помощи генератора импульсов OSC на тактовой частоте 10 МГц с привязкой по фазе. Блок BUFFER производит усиление синхроимпульсов. На второй вход компаратора COMP подается опорное напряжение, которое задается программой через 8-битовый регистр LATCH 8 BIT и поступает с выхода цифроаналогового преобразователя DAC. Всего имеется 256 уровней градаций яркости изображения. Двоичные сигналы из компаратора COMP, 0 или 1, поступают на 8-битовый сдвиговый регистр под действием тактового сигнала генератора. По стробирующему сигналу STR данные VD0-VD7 из сдвигового регистра переносятся в блок видео-памяти интерфейса ПЗС-матрицы.

5. УСИЛИТЕЛИ СИГНАЛОВ С ФОТОСОПРОТИВЛЕНИЙ (Am)

В МФМ с одноканальными фотоприемниками¹¹ последние работают в условиях низкой освещенности и их темновое сопротивление составляет 10^7-10^8 Ом. Предназначенные для работы в этих условиях усилители содержат два каскада. Первый каскад усилителя (рис.3), выполненный на полевом транзисторе КП103П, имеет большое входное сопротивление. Второй каскад содержит операционный усилитель ИА 747 РС и имеет коэффициент усиления 150-200. С выхода второго

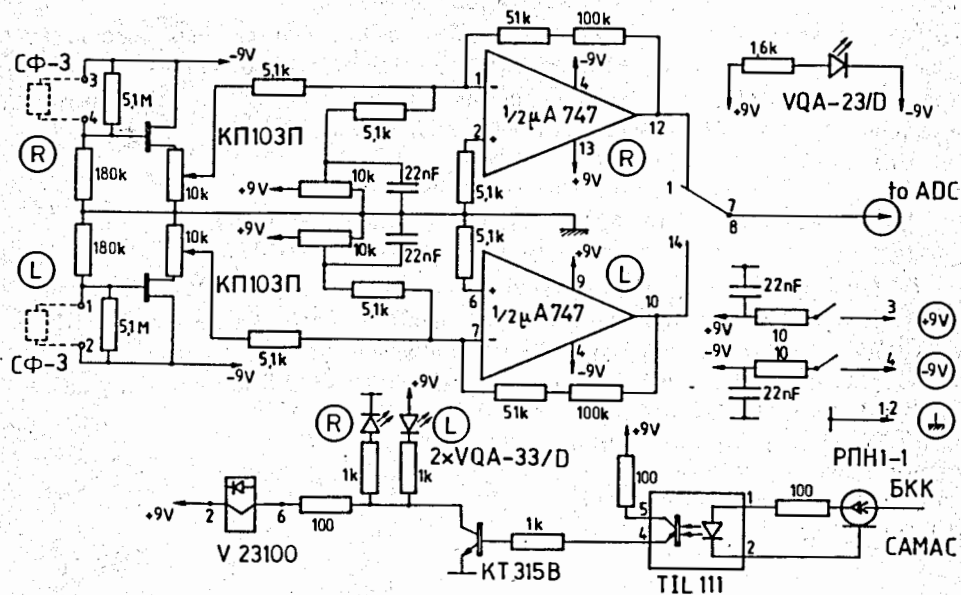


Рис.3. Схема усилителей сигналов с фотосопротивлений.

каскада усилителя сигналы поступают на вход 16-канального 10-разрядного АЦП для фотосопротивлений.

6. 16-КАНАЛЬНЫЙ ИНТЕРФЕЙС (16 Ch-ADC)

На рис.4 показана функциональная схема 16-канального интерфейса для фотоприемников. Входные сигналы, CH0-CH15, поступают на вход 16-канального мультиплексора MUX. В соответствии с адресом канала, CHANNEL SELECT, мультиплексор MUX пропускает только один из входных сигналов через усилитель AMP на вход 10-разрядного аналого-цифрового преобразователя ADC.

Блок синхронизации TIMER UNIT задает частоту преобразования запрограммированным счетчиком с сигнала CLOCK шины расширения компьютера IBM-PC/AT. Характерное время преобразования составляет 0,5 мкс.

После преобразования в ADC сигнал готовности EOC вызывает либо запрос на прерывание сигналом IQR2 через блок IT CONTROL, либо запрос на обслуживание прямого доступа к блоку памяти сигналом DRQ1 из блока DMA CONTROL. Через буферные блоки 3 STATE BUFFER и DATA TRANSIVER в определенный сегмент блока памяти компьютера поступают данные OUDO-9, а также служеб-

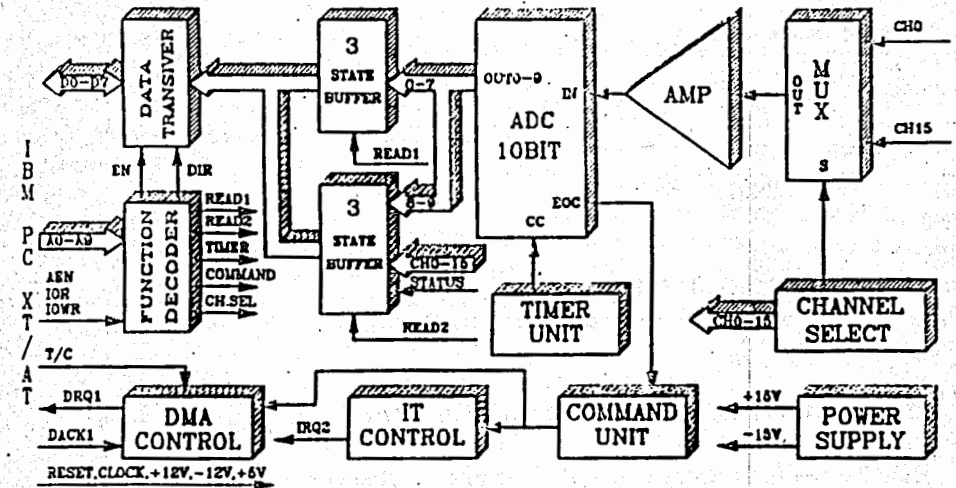


Рис.4. Функциональная схема 16-канального интерфейса для фотосопротивлений. Блоки содержат следующие микросхемы: AMP – КР574УД1Б, MUX – К591КН3; ADC – К1108ПВ1; 3-STATE BUFFER I-II – К555АП5; DATA TRANSIVER – К555АП6; FUNCTION DECODER – КР556РТ4, К555ИД14, К555ЛЛ1; DMA CONTROL – К555ЛП8, К555ТМ2; IT CONTROL – К555ЛП8, К555ТМ2; COMMAND UNIT – К555ТМ8; TIMER UNIT – КР580ВН53; CHANNEL SELECT – К555ИЕ7; POWER SUPPLY – КРЕН8В, КРЕН5Б.

ная информация CHO-15 и STATUS. После этого показание счетчика в блоке CHANNEL SELECT может быть либо изменено, и мультиплексор MUX будет переключен на новый канал, либо сохранено прежним, и мультиплексор MUX будет считывать информацию с того же канала. Кроме этого в режиме MULT, который задается в приведенном ниже регистре команд, значение показателя счетчика в блоке CHANNEL SELECT может быть увеличено автоматически после каждого такта преобразования. Такой режим позволяет циклически тестировать все 16 каналов интерфейса.

Перед началом работы режим задается программой через FUNCTION DECODER двумя регистрами:

регистром команд:

D7 X
 X
 X
 X
 M3 0 = STOP, 1 = START
 M2 0 = SINGLE, 1 = MULTI
 M1 0 = INTERRUPT/DISABLE, 1 = INT/ENABLE
 D0 M0 0 = DMA/DISABLE, 1 = DMA/ENABLE

и

регистром каналов:

X
 X
 X
 X
 CHD 0000, CHANNEL 0
 CHC
 CHB
 CHA 1111, CHANNEL 15,

а после этого подается команда разрешения на работу.

7. ОПТОЭЛЕКТРОННЫЕ КОНЦЕВИКИ X-Y КАРЕТОК

Необходимость создания прецизионных концевиков X-Y кареток МФМ вызвана тем, что показания счетчика отсчетного канала МФМ стираются после выключения компьютера, а также тем, что просматриваемая ядерная фотоэмульсия может занимать различные положения относительно поворотной вилки МФМ. Поэтому положения ядерной фотоэмульсии фиксируют в каждом сеансе измерений. Оптоэлектронный концевик X-Y кареток МФМ, который позволяет измерять абсолютные координаты положения ядерной фотоэмульсии, содержит оптоэлектронную пару TFK 542 и схему формирования сигнала (рис.5). Пучок света оптоэлектронной пары перекрывается металлической заслонкой, которая

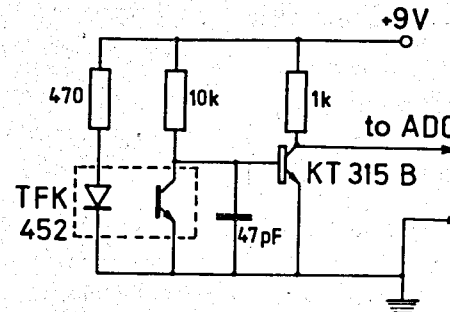


Рис.5. Схема оптоэлектронного концевика X-Y кареток.

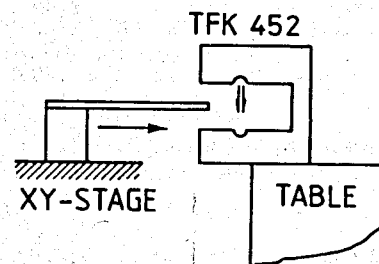
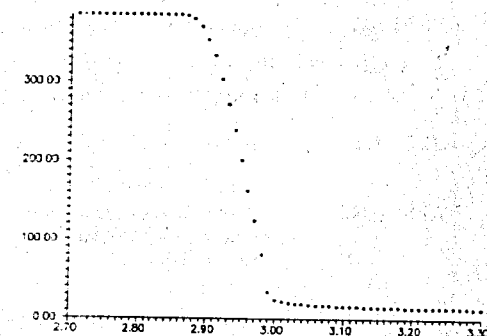


Рис.6. Рабочая характеристика оптоэлектронного концевика X-Y кареток.



при движении X-Y каретки входит слева направо. Сигнал на выходе оптоэлектронной пары уменьшается, пока не достигнет заданного уровня сравнения. В этом положении прекращается движение X-Y каретки.

На рис.6 показана типичная рабочая характеристика оптоэлектронного концевика X-Y каретки. На оси абсцисс отложены положения металлической заслонки с шагом 10 мкм. На оси ординат — оцифрованный выходной сигнал. При крутизне рабочей характеристики на половинной интенсивности выходного сигнала, равной 120 на 30 мкм, и при шаге движения X-Y каретки в 2 мкм интервал интенсивности выходного сигнала, который вводят в программу движения X-Y каретки, составляет 8 единиц.

ЛИТЕРАТУРА

1. Астахов А.Я. и др. — Сообщение ОИЯИ P13-91-299, Дубна, 1991.
2. Astakhov A.Ya. et al. — Nucl. Instr. Meth., 1989, A283, p.13.

Рукопись поступила в издательский отдел
 22 августа 1991 года.