

ПРОСМОТРОВО-ЦИФРОВАЛЬНЫЙ СТОЛ

Л. А. ЛИХТЕНБАУМ, В. И. ЛЮЛЕВИЧ, В. А. МИЛЕШИН, О. П. ФЕДОТОВ

В статье дается техническое описание просмотрово-цифровального стола, разработанного и построенного в Институте теоретической и экспериментальной физики для обработки снимков пузырьковых и искровых камер. Измерения производятся по изображению. Увеличение 10-х. Наименьший отсчет отсчетной системы равен 50 мк. Для записи выходных данных используется перфоратор. Для записи вспомогательных признаков используется клавишное устройство.

ВВЕДЕНИЕ

Стол предназначен для просмотра и обмера снимков пузырьковых и искровых камер. Обмер снимков ведется по увеличенному в 10 раз их изображению с точностью $\pm 0,05-0,1$ мм, что соответствует точности $\pm 5-10$ мк по пленке. Вывод координат осуществляется на перфокарты. Прибор не содержит дефицитных или трудноизготавливаемых деталей и, благодаря исполнению на полупроводниках, надежен в эксплуатации. Простота обслуживания и большая скорость перемещения измерительной марки позволяет получить более высокую скорость обмера, чем на современных полуавтоматических установках.

Обмеры точных сеток и опытная эксплуатация стола показали, что ошибки, вносимые системой проецирования и координатором, не превышают $\pm 0,05-0,07$ мм по всему полю изображения, а точность центрирования оператора лежит в пределах одного отсчета системы измерения.

Просмотрово-цифровальный стол состоит из следующих основных узлов (рис. 1).

I. Просмотровый проектор, который включает в себя станину (1), проекционное устройство (2), лентопротяжный механизм (3), пульт управления (4).

II. Координатор (5).

III. Отсчетный канал, куда входят схемы управления и реверсивные счетчики (6), блок питания (7).

1. Просмотровый проектор

Станина просмотрово-цифровального стола представляет собой сварную стальную конструкцию, на которой жестко закреплены элементы проекционной оптики, лентопротяжный механизм, отсчетный механизм, блоки электроники, пульт управления, блок питания, а также полка-столик для клавишного устройства „КУ“, находящегося слева от оператора (рис. 1, поз. 10).

К станине стола, на вертикальной штанге, крепится зеркало под углом 15° к горизонтали. Зеркало крепится в трех точках при помощи кронштейнов на плите, которая имеет возможность регулировки угла наклона при помощи четырех специальных винтов. Зеркало изготовлено с наружным покрытием и имеет размеры 600×600 мм и толщину 18 мм.

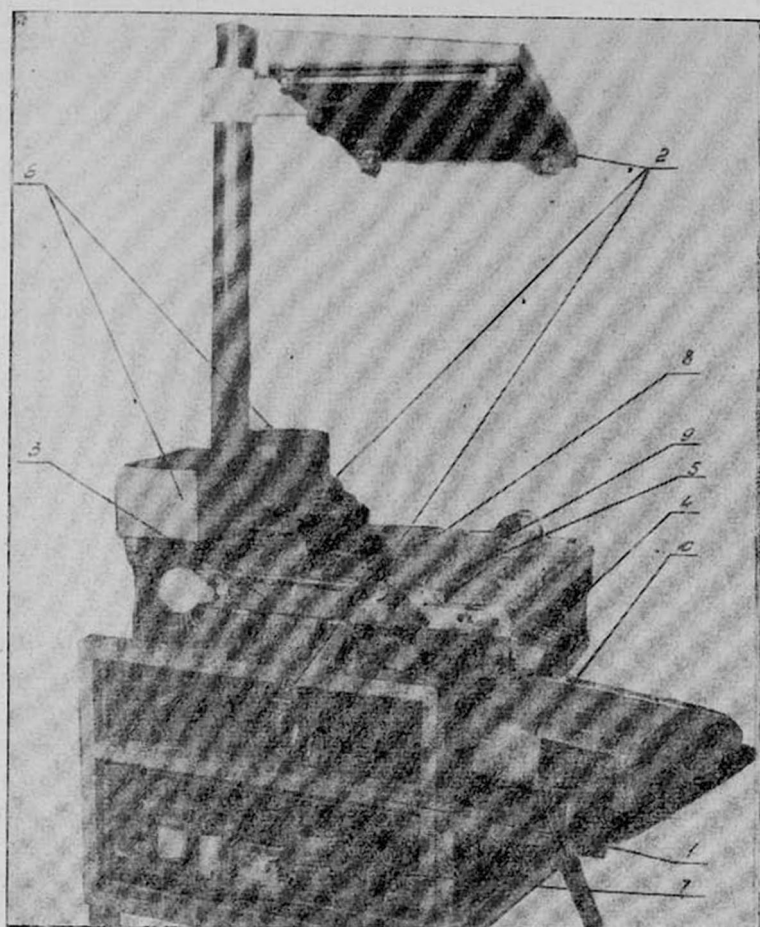


Рис. 1. Общий вид просмотрово-цифрового стола.

В проекционное устройство стола (рис. 2), кроме зеркала (5), входит осветитель, конденсоры (2), теплофильтры (9) и объективы (4).

Осветитель представляет собой отдельный узел, закрепленный на станине. Он снабжен тремя лампами мощностью 100 *вт* (1), которые охлаждаются вентилятором типа ВН-1.

Остальная часть проекционной оптики расположена в узле лентопротяжного механизма, куда входят двухлинзовые конденсоры и теплопоглощающие фильтры. К лентопротяжному механизму крепится кронштейн с тремя объективами типа „Индустар-51“. Конструкция

кронштейна выполнена с достаточной жесткостью, необходимой для того, чтобы предотвратить вибрацию объективов. Объективы закреплены в специальных обоймах и имеют возможность регулировки в горизонтальном направлении для установки кадра в определенном положении на экране стола.

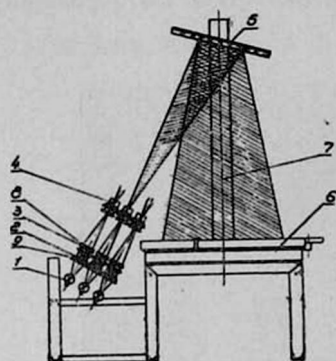


Рис. 2. Оптическая схема ППС.

В зависимости от длины кадра на пленке шаг перемотки может изменяться путем установки соответствующих шестерёнок к кулачковому механизму.

Скорость перемотки пленки 0,4 м/сек.

Вращение валиков зубчатых барабанов, предназначенных для протяжки перфорированной пленки через фильмовые каналы, осуществляется при помощи двух работающих совместно двигателей типа МС-160. Валики зубчатых барабанов связаны между собой общим валом с помощью зубчатой конической передачи. Одновременно при перемотке пленки эти же два двигателя передают вращение на валы подмотки пленки на бобиных. При этом, при перемотке пленки вправо или влево, поочередно подматывающей бобиной является соответственно правая, либо левая бобина. Это осуществляется с помощью храповых механизмов. Бобины крепятся на кронштейнах к корпусу лентопротяжного механизма и связаны с валом ременной передачи.

Конструкция бобин позволяет использовать катушки, стандартизованные в институте для пленки шириной 80 мм. При зарядке пленки бобины имеют возможность перемещаться друг относительно друга, что обеспечивает легкий доступ к ним.

Прижим пленки осуществляется механическим путем. Пленка зажимается между двумя стеклами при помощи плоских пружин. При перемотке пленки верхнее прижимное стекло поднимается специальными рычажками, приводимыми через кулачковый механизм отдельным двигателем МС-160.

Рамка, в которой крепятся верхние прижимные стекла, может откидываться вверх и тем самым осуществляется легкий доступ для заправки пленок. Окна прижимной рамки позволяют проектировать кадр размером 75×75 мм.

Конструкция лентопротяжного механизма позволяет обрабатывать также пленки шириной 35 мм, при этом в каждом фильмовом канале может быть установлено по две пленки.

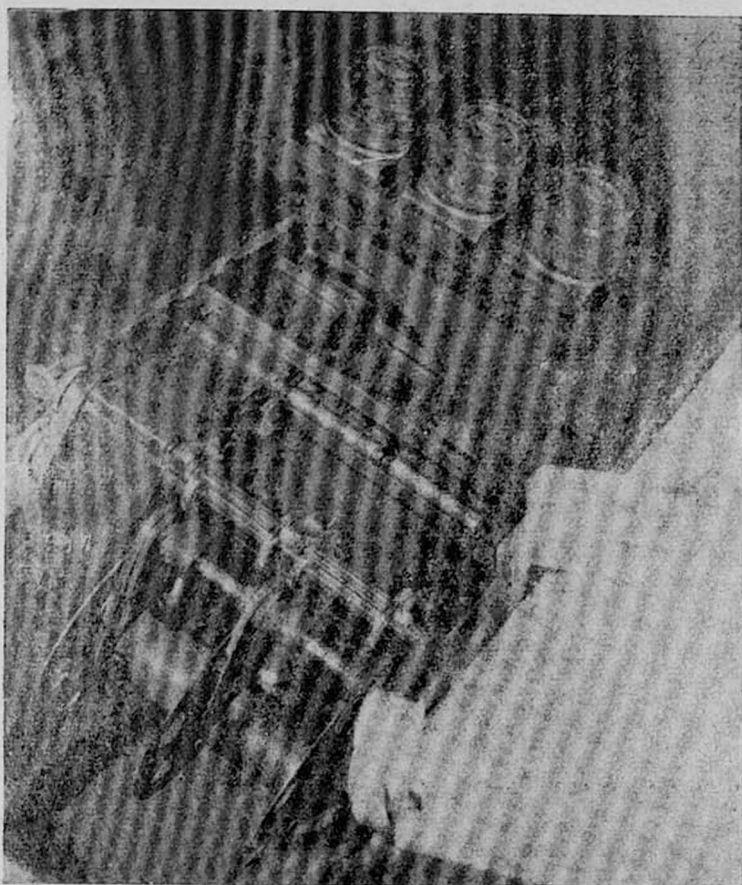


Рис. 3. Общий вид лентопротяжного механизма ПДС.

Внизу под лентопротяжным механизмом находится блок питания стола.

Слева от оператора расположен пульт управления, на котором имеются три клавиши для включения проекционных ламп, одна клавиша перемотки пленки „вперед-назад“ и кнопка прогона карты в перфаторе. Рядом с пультом имеются клавиши сброса счетчиков на нуль и записи координат.

На горизонтальной поверхности станины расположен отсчетный механизм (координатор).

II. Координатор

Координатор просмотрово-цифрового стола предназначен для измерения снимков трековых камер по изображению. Повторяемость

измерений по всему полю координатора не хуже 0,05 мм. Расход измерительной каретки 750×700 мм.

Изображение кадра проектируется на матовую поверхность координатора и на экранчик с изображением перекрестия. Экранчик закреплен на подвижной каретке и может быть установлен в любой части изображения. Поверхность экранчика приподнята над матовой поверхностью стола на 3 мм. Глубина резкости при использовании объектива „И-51“ и увеличении 10-х позволяет иметь достаточно резкое изображение как на столе, так и на подвижном экране и избежать параллакса. Перемещение каретки с экранчиком по осям координат производится оператором вручную непосредственно за каретку. При точном центрировании оператор может пользоваться также штурвальчиками микрометрической наводки. Скорость перемещения каретки может достигать 3-х м/сек.

Прибор выполнен в виде отдельного узла на собственной жесткой раме и устанавливается на три точки на раму ПЦС.

Кинематическая схема координатора основана на применении металлических перфорированных лент. По оси „X“ подвижная каретка (рис. 1, поз. 8) с перекрестием перемещается на 3-х шарикоподшипниках по точной направляющей, закрепленной на жестком подвижном мостике (рис. 1, поз. 9). Мостик имеет T-образный профиль. Направляющая представляет собой плоскую пластину с сечением 47×7 мм, изготовленную из термически обработанной стали 45 (закалка $30 \div 35$ HRC). Подшипники каретки катаются по дну пазов, расположенных вдоль узких сторон пластины. Каретка приводит в движение стальную перфорированную ленту, замкнутая петля которой расположена горизонтально и натянута между двумя шкивами. И направляющая, и лента скрыты в теле широкой части мостика. Ведомый шкив — зубчатый, натяжной — гладкий. Ось зубчатого шкива является в то же время осью углового дифракционного датчика, который используется для измерения „X-овых“ координат (рис. 4).

По оси „Y“ мостик передвигается по двум направляющим. От смещения по оси „X“ он фиксируется правой направляющей (рис. 5, поз. 1) и двумя шарикоподшипниками (рис. 5, поз. 2). Один из подшипников установлен в регулируемой вилке (рис. 5, поз. 3). Зазор между направляющей и фиксирующими подшипниками устанавливается посредством винтов, доступ к которым открывается после снятия крышки (рис. 5, поз. 4). Мостик катается по верхнему пазу „Y-овых“ направляющих на четырех шарикоподшипниках. Для устранения качания оба подшипника (со стороны натяжного шкива) имеют регулируемые эксцентриковые оси. Каждый край мостика связан со своей перфорированной лентой, натянутой между двумя шкивами. Для предохранения лент от случайных повреждений они располагаются в пазах направляющих. Как и в случае „X-овой“ ленты один из шкивов зубчатый, второй натяжной. Каждый шкив имеет свою ось, установленную в двух шарикоподшипниках. Ось левого зубчатого шкива яв-

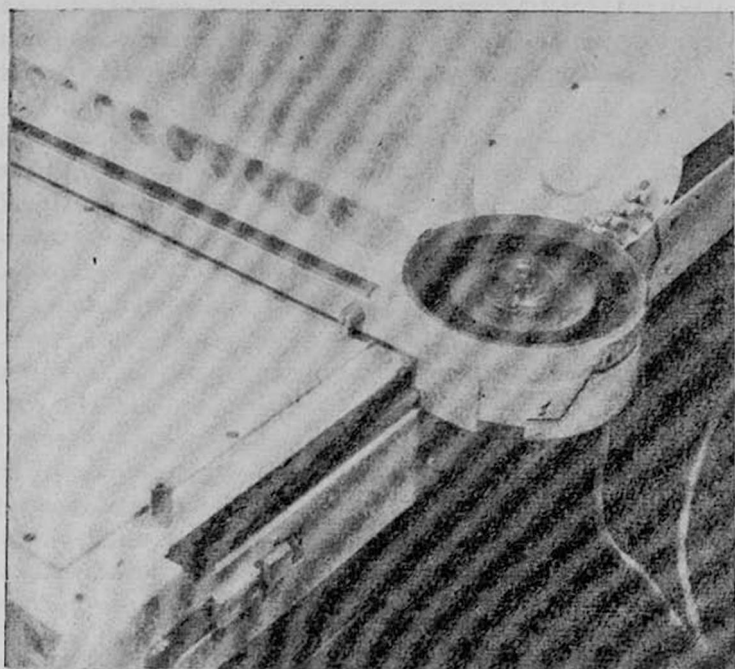


Рис. 4. Дифракционный датчик перемещений (крышка снята).

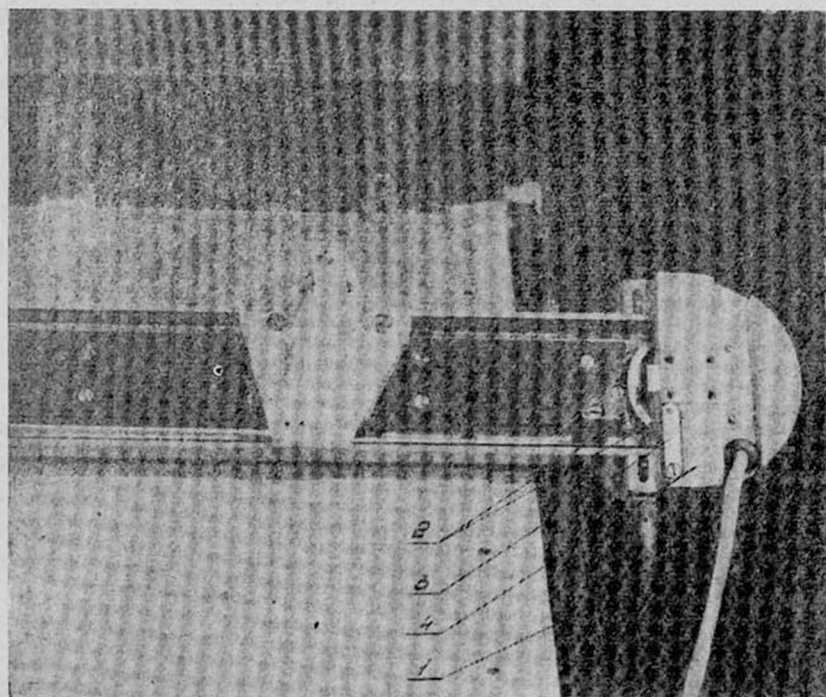


Рис. 5. Поперечный мостик (вид снизу).

ляется осью углового дифракционного датчика, служащего для измерения перемещений по оси „Y“. И зубчатые, и натяжные шкивы связаны между собой попарно через мембранные муфты и промежуточные валики.

Все применяемые ленты шириной 12 мм и толщиной 0,24 мм.

Перфорация имеет вид круглых отверстий 2,50 мм, расположенных по оси ленты с шагом 20,48 мм. Зубчатые барабаны 64,98 мм.

Угловые дифракционные датчики „X“ и „Y“ одинаковы по конструкции. В них применены радиальные штриховые диски 110 мм, имеющие 1024 штриха. Длина штриха 15 мм, отношение черных и светлых промежутков 1:1.

Для образования муаровой картины в паре с диском работает сектор такого же диска.

В данной системе используется модуляция в нулевом порядке. В качестве осветительных ламп применены четыре лампы СМ-36 (при пониженном напряжении питания), каждая из которых освещает свой фотодиод типа ФД-1 (схема учетверения). По конструктивным соображениям каждая пара лампа-фотодиод имеет свои линзы. Лампы и фотодиоды расположены по дуге, а для модуляции используются радиальные муаровые полосы. Для регулировки нужной фазы сигналов на фотодиодах малая решетка установлена в подвижной рамке, имеющей возможность поворачиваться и смещаться по радиусу. Регулировка производится путем сдвига и поворота рамки с помощью двух длинных винтов, вворачиваемых в корпус датчика вместо двух коротких (рис. 4, поз. 1), крепящих крышку люка. После регулировки фазы рамка с решеткой окончательно закрепляется винтами. Зазор между диском со штрихами и неподвижной решеткой устанавливается в пределах 0,2—0,35 мм путем сдвига диска по оси.

Фотодиоды установлены на текстолитовой колодке вместе с эмиттерными повторителями сигнала. Доступ к ним открывается после снятия крышки (рис. 5, поз. 4). С эмиттерного повторителя сигнал поступает в отсчетный канал.

III. Отсчетный канал

Отсчетный канал ПДС служит для непрерывной регистрации положения центрирующего перекрестия относительно системы координат стола и вывода в двоичном коде информации, содержащей координаты контрольных отметок и точек события, в виде пробивок в соответствующих колонках перфокарты. Отсчетный канал, блок-схема которого представлена на рис. 6, включает в себя:

1. Блок управления реверсивными счетчиками координат—блок логики.

2. Блок реверсивных счетчиков координат „X“ и „Y“ и выходные регистры.

3. Блок питания, на одной плате с которым собрана релейная автоматика включения осветителей, прижима и перемотки пленки. В непосредственной связи с отсчетным каналом работает перфоратор ВП-80 и клавишное устройство КУ-1М, служащие для вывода на перфокарты служебных признаков, таких как номер пленки, номер кадра, признак конца трека и случая и т. п.

Как уже говорилось, датчики перемещений, электрическая схема которых приведена на рис. 7, содержат 4 фотодиода, причем первый с третьим и второй с четвертым включены последовательно. Благодаря такому включению сигналы, идущие с каждой пары фотодиодов при вращении датчика, представляют собой близкие по форме к прямоугольному периодические напряжения, сдвинутые друг относительно друга на $1/4$ периода.

Схема логики в блоке управления должна вырабатывать счетные импульсы из каждого перепада напряжения на каждой паре фотодиодов (т. е. 4 импульса за 1 период модуляции света в фотодатчике), а также сигналы реверсирования счета при изменении направления перемещения.

На рис. 8 даны формы напряжений на выходах каждой пары фотодиодов. Обозначим верхний потенциал первого выхода через A_1 , нижний через A_0 , положительный фронт перепада напряжения через

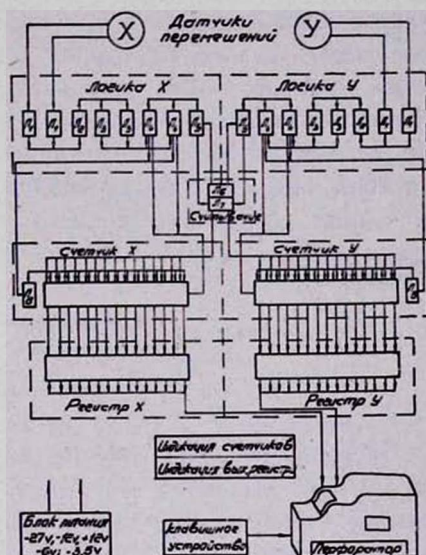


Рис. 6. Блок-схема отсчётного канала ПДС.

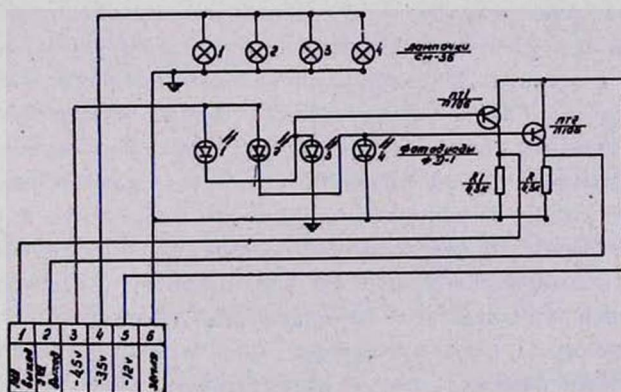


Рис. 7. Принципиальная схема включения фотодатчиков.

A_+ , а отрицательный A_- , и соответственно, для второго выхода—потенциалы через B_1 и B_0 , а фронты B_+ и B_- .

Легко видеть, что если собрать две схемы, на одной из которых реализуется двоичная функция

$$C_1 = A_1 \bar{B}_+ + B_1 A_- + \bar{A}_0 B_- + \bar{B}_0 \bar{A}_+,$$

а на другой

$$C_2 = A_1 B_- + B_1 \bar{A}_+ + \bar{A}_0 \bar{B}_+ + \bar{B}_0 A_-,$$

то при перемещении в одном направлении (например, при сложении) счетные импульсы, полученные от фронтов перепадов, будут идти только с первой схемы, а при перемещении в обратном направлении (вычитание)—только со второй. Таким образом, получая импульсы с разных трактов, легко управлять направлением счета. Выражения функций показывают, что для их реализации необходимо иметь инверторы на каждый выход фотодиодов, дифференцирующие цепочки для получения импульсов из перепадов напряжения, импульсно-потенциальные схемы совпадения и схемы собирания, отдельные для каждого направления счета (для каждого тракта).

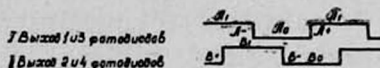


Рис. 8. Эпюры напряжений фотодатчиков.

Схема управления (рис. 6) имеет блочную конструкцию и содержит 7 типов блоков: Λ_1 —дискриминатор Шмидта; Λ_2 —дифференцирующие ячейки; Λ_3 —импульсно-потенциальные схемы совпадения, представляющие собой диодно-трансформаторные ключи; Λ_4 —схемы „ИЛИ“ с одновибраторами, служащими для разделения реверсных импульсов от счетных и задержки последних на время установления переходных процессов на реверсных шинах счетчиков (20 мксек). Одновибраторы собраны по схеме с коллекторным запуском, их предельная частота 90 кГц. Причем на больших частотах длительность импульса одновибратора уменьшается с 20 до 5 мксек, что и обеспечивает такую предельную рабочую частоту. В моменты реверса, естественно, длительность импульса 20 мксек, так как скорость при этом нулевая.

Следующие 3 блока представляют собой схему формирования сигналов считывания информации со счетчика на выходной регистр при нажатии клавиши считывания. Λ_5 —содержит одновибратор запрета считывания на время переходного процесса в счетчике и ферритовое колечко, на котором осуществляется запрет. Λ_6 —блокинг-генератор в сердечнике с прямоугольной петлей гистерезиса, формирующий одиночные импульсы при нажатии клавиши считывания. В Λ_7 смонтированы одновибраторы, вырабатывающие окончательные импульсы считывания по обоим каналам после схем запрета. Рис. 9 иллюстрирует работу схемы запрета считывания на ферритовом колечке с ППГ. Колечко работает как элемент с 3-мя состояниями. В отсутствие импульса запрета оно выдает сигнал сразу при появлении сигнала с блокинг-генератора Λ_6 . В случае, если клавиша считывания была на-

жата в момент действия импульса запрета, выходной импульс считывания появится сразу по окончании импульса запрета.

Реверсивный счетчик координат на 14 двоичных разрядов собран также из отдельных ячеек, каждая из которых включает в себя обычный насыщенный триггер с предельной рабочей частотой 90 кГц и триггер выходного регистра с усилителем для привода реле, управляющего соответствующим магнитом перфоратора, и усилителем лампочки индикации.

Все блоки схемы управления (логики) и ячейки реверсивного счетчика выполнены на стандартных платах и собираются в кассетах по 18 блоков.

Две кассеты, с блоками X-счетчика и Y-счетчика вместе с триггерами реверса находятся в одном блоке счетчиков. Одна кассета с блоками логики „X“ и „Y“—каналов, вместе с реле выходного регистра и лампочками индикации счетчиков и регистра, выведенных на лицевую панель, находится в другом блоке—блоке логики. Там же находится система индикации положения перфокарты в пробивном механизме перфоратора. Она позволяет оператору следить за номером пробиваемой строки (позиции).

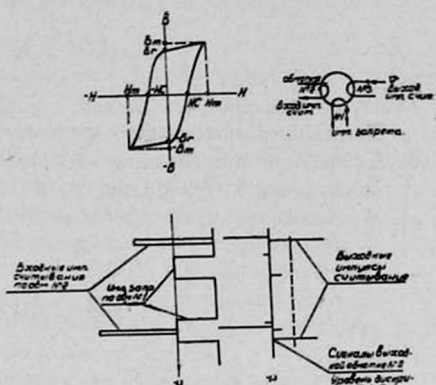


Рис. 9. Работа схемы запрета считывания.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТОЛА

1. Тип обрабатываемой пленки:
 - шириной 80 мм, перфорированная (до 3 шт),
 - шириной 35 мм, перфорированная (до 6 шт).
2. Увеличение проекционной системы 10-х.
3. Расход каретки координатора 750 × 700 мм.
4. Цена отсчета измерительной системы 5 мк по пленке.
5. Максимальная скорость перемещения измерительной марки 3 м/сек.
6. Электроника схемы стола содержит 300 транзисторов.
7. Потребляемая мощность 200 ватт, 220 вольт, 50 гц.
8. Габариты (без перфоратора) 1200 × 1500 × 2500 мм.
9. Вес 250 кг.

Электроника ПЦС разработана О. П. Федотовым и И. И. Малышевой, координатор—В. И. Люевичем, лентопротяжный механизм и остальные механические узлы—В. А. Милешиним.

В работах принимали участие также Е. А. Макаров, М. В. Архипов, А. П. Подгорнов и Ю. А. Сударкин.

Авторы считают своим долгом выразить благодарность А. И. Алиханову, В. В. Владимирскому, В. А. Бекетову за постоянное внимание и помощь в работе.

Институт теоретической и
экспериментальной физики

Поступила 10 июля 1966

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Benot, G. Durupthy, P. Giraud, J. Guillaume, L. Sohet R. Zurbuchen. „Milady“. Une table de premeasure pour le H. P. D., Cern 63—5. Geneva.
2. G. Kuhn. A. Phote Scanning and Measuring device, Cern 64—28, Geneva.
3. Л. М. Барков, К. Н. Мухин, В. А. Суетин, Р. С. Шляпников, ПТЭ, № 6 (1963).
4. Л. Л. Лихтенбаум, Б. Н. Мусеев, В. С. Кафтаков, ПТЭ, № 3, 32 (1963).

ԴԻՏԱ-ՀԱՇՎԱՅԻՆ ՍԵՂԱՆ

Լ. Լ. ԼԻԽՏԵՆԲԱՍԻՄ, Վ. Լ. ԼՅՈՒԼԵՎԻՉ, Վ. Ա. ՄԻԼԵՇԻՆ, Օ. Պ. ՖԵԴՈՏՈՎ

Հոդվածում տրված է տեսական և փորձառական ֆիզիկայի ինստիտուտում (ИТЭФ) մշակված և պատրաստված դիտա-հաշվային սեղանի նկարագրությունը, որը օգտագործվում է պղպրջակային և կայծային խցիկների լուսանկարների մշակման համար: Չափումները կատարվում են ըստ պատկերի, որը մեծացված է 10 անգամ:

Հաշվային սխեմայի ամենափոքր հաշվարկը հավասար է 50 միկրոն:

Նլթային տվյալների գրառման համար օգտագործվում է հորատիչ (պերֆորատոր): Օժանդակ հատկանիշները գրառելու համար օգտագործվում է սեղանավոր սարք:

SCANNING—MEASURING TABLE

L. L. LICHTENBAUM, V. L. LYULEVICH, V. A. MILESHIN, O. P. FEDOTOV

The article offers a technical description of the scanning—measuring table, designed and built in the Institute of Theoretical and Experimental Physics for evaluation of the bubble chamber and spark chamber photographs.

The measurements are made on a 10 time enlarged film image. The least count of the counting system equals 50 mcs.

A perforator is used to record the output data.

A keyboard device is used to record all the auxiliary information.