

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ

АСТРОНОМИЯ
ВЫПУСК 9

АСУ

ПАССАЖНОГО ИНСТРУМЕНТА



МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ ЛАТВИЙСКОЙ ССР

Латвийский ордена Трудового Красного Знамени
государственный университет им. Петра Стучки

АСТРОНОМИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ

ЛАТВИЙСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА
ИМ. ПЕТРА СТУЧКИ

ТОМ 190

АСТРОНОМИЯ
выпуск 9

АСУ
ПАССАЖНОГО ИНСТРУМЕНТА

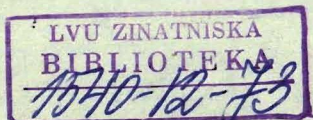
РЕДАКЦИОННО-ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ОТДЕЛ ЛГУ ИМ. П. СТУЧКИ

РИГА 1973

В настоящем сборнике научных статей рассматривается разработка системы автоматического управления пассажного инструмента. Даны функциональные схемы системы моторов, вращающих пассажный инструмент вокруг осей и исполняющих вспомогательные операции, а также функциональные схемы устройств для определения среднего момента и его ошибки методом учета случайных выбросов. Подробно рассмотрен вопрос об автоматическом наведении трубы на звезду. Обсуждены преимущества и недостатки применения стационарных и подвижных дорожек установленных на зеркальной решетке.

А 0-2-6-6-074у 73
М 812(II)-73

© Редакционно-издательский отдел ЛГУ им.П.Стучки, 1973 г.



2000 24005

УДК 522.617.3 и 529.78

А. В. И в а н о в

АСУ ПАССАЖНОГО ИНСТРУМЕНТА

Для того, чтобы автоматизация наблюдений на пассажном инструменте дала наибольший полезный эффект, система автоматического управления /АСУ/ должна управлять всей совокупностью последовательных операций от наведения трубы на звезду до автоматической записи результатов наблюдений. Устройство для определения среднего момента прохождения звезд [1-3], построенное в АО ЛГУ, дает возможность получить результат измерений путем подсчета числа импульсов электронными счетчиками. Подключение к системе устройства для автоматической записи со счетчика на перфоратор или непосредственно к ЦВМ обеспечивает автоматизацию этой части наблюдений. Система автоматической записи с цифровых приборов на перфораторы в нашем случае не имеет специфических особенностей поэтому целесообразно использовать здесь стандартные уже проверенные на практике приборы.

В данной статье предлагается один вариант АСУ пассажного инструмента. Учитывая вышеупомянутые соображения, особенный упор делается на ту часть системы, которая должна управлять движениями механических частей инструмента.

§ 1. М е т о д п о с т р о е н и я э л е к - т р о н н ы х л о г и ч е с к и х с х е м д л я А С У

АСУ должна произвести замкнутый цикл определенных действий - шагов, производимых исполнительными

устройствами в строгой последовательности. Для правильного исполнения шага перед некоторыми надо подавать определенную информацию. В нашем случае эта информация - величина склонения и время запуска исполнительного устройства для точного наведения. Таким образом, каждое исполнительное устройство должно работать в строго определенных интервалах времени. Выбор состояния исполнительного устройства производится схемами комбинационной логики системы. Однако для построения системы управления последовательными операциями одной комбинационной логики не всегда достаточно. Для этого нужны так называемые последовательные логические схемы, в которых сигналы на выходах определяются не только текущими значениями входных сигналов, но и предыдущими значениями этих сигналов. В таких схемах необходимо наличие элементов памяти, поскольку схема должна учитывать предшествующие состояния для правильного исполнения следующих шагов.

Практическое исполнение всех логических схем реализуется комбинированием элементарных логических ячеек. В таблице 1 показано, какие логические функции реализуют такие элементарные ячейки. Логические функции можно задать в форме уравнений алгебры логики и в табличной форме /таблица истинности/. Принятые в электронике символы тоже можно найти в таблице 1. Все ячейки могут иметь большое число входов /кроме повторителя и инвертора/. В таблице они показаны с двумя входами E_1 и E_2 .

Элементами, из которых состоят логические ячейки, являются резисторы, диоды и транзисторы. Существует несколько способов построения элементарных логических ячеек. Практика показала, что при использовании дискретных элементов предпочтение следует отдавать технике ДТЛ /диодно-транзисторная логика/. Схемы ДТЛ могут иметь большое число входов и достаточно помехоустойчивы. Они также имеют относительно большую нагрузочную способность [6]. Основные ячейки ДТЛ - это элемент Шеффера "И-НЕ" и элемент Нирса "или-НЕ". Рассмотрим их подробнее, поскольку они будут использованы при

Элементарные логические ячейки

Наименование	Реализуемая функция	Таблица истинности	Логический символ															
Повторитель	$Q = E$	<table><tr><th>E</th><th>Q</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td></tr></table>	E	Q	0	0	1	1										
E	Q																	
0	0																	
1	1																	
Инвертор "НЕ"	$Q = \bar{E}$	<table><tr><th>E</th><th>Q</th></tr><tr><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td></tr></table>	E	Q	0	1	1	0										
E	Q																	
0	1																	
1	0																	
Конъюнктор "И"	$Q = E_1 E_2$	<table><tr><th>E₁</th><th>E₂</th><th>Q</th></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr></table>	E ₁	E ₂	Q	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	
E ₁	E ₂	Q																
1	1	1																
1	0	0																
0	1	0																
0	0	0																
Дисъюнктор "ИЛИ"	$Q = E_1 + E_2$	<table><tr><th>E₁</th><th>E₂</th><th>Q</th></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr></table>	E ₁	E ₂	Q	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	
E ₁	E ₂	Q																
1	1	1																
1	0	1																
0	1	1																
0	0	0																
Элемент Шеффера "И-НЕ"	$Q = \overline{E_1 \cdot E_2}$	<table><tr><th>E₁</th><th>E₂</th><th>Q</th></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr></table>	E ₁	E ₂	Q	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	
E ₁	E ₂	Q																
1	1	0																
0	1	1																
1	0	1																
0	0	1																
Элемент Пирса "ИЛИ-НЕ"	$Q = \overline{E_1 + E_2}$	<table><tr><th>E₁</th><th>E₂</th><th>Q</th></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr></table>	E ₁	E ₂	Q	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	
E ₁	E ₂	Q																
1	1	0																
1	0	0																
0	1	0																
0	0	1																

постройке АСУ пассажного инструмента АО ЛГУ. Сигналы на входах и выходах логических схем принимают только два значения: высокий потенциал H , и низкий потенциал L . Условимся, что высокому потенциалу соответствует значение "1" логической функций, а низкому потенциалу - "0". Схема "И-НЕ" приведена на рис. 1. Просле-

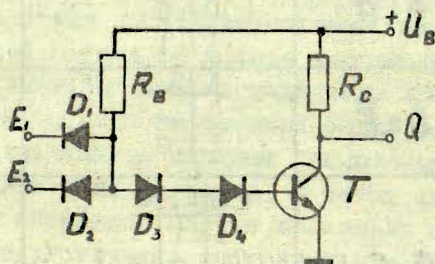


Рис. 1. ДТЛ "И-НЕ" ячейка

дим, как и образом в ней реализуются все состояния, соответствующие таблице истинности данной функции /см. табл. 1/. Чтобы на выходе схемы получить низкий потенциал относительно общей точки 0 схемы, нужно привести транзистор T в насыщение. Это произойдет только тогда, когда оба входа E_1 , E_2 находятся на уровнях с высоким потенциалом H , /тогда оба диода D_1 , D_2 заперты/. Вследствие этого через цепь R_B , D_3 , D_4 проходит базовый ток транзистора. Чтобы привести транзистор в насыщение, R_B выбирается достаточно малой величины. Если хоть один из входов E_1 , E_2 переходит на уровень с низким потенциалом L , транзистор T запирается, то есть ток через его коллекторный переход не проходит. Потенциал выхода Q становится равным $+U_B$, принимает значение H . Это происходит потому, что потенциал точки A схемы стабилизируется открытым диодом D_1 /или D_2 / на наименьшем уровне, чем порог отпирания последователь-

но включенных диодов D_3, D_4 и переход база-эмиттер транзистора. Здесь используются специфические свойства вольтамперной характеристики полупроводникового диода /см.рис.2/. Этот случай относится к 2 и 3 строкам таблицы истинности функции "И-НЕ". В случае, когда

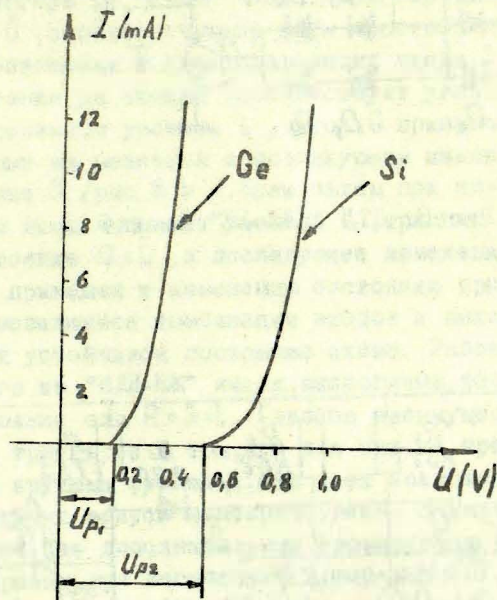


Рис.2. Типичный вид прямой ветви вольтамперной характеристики, германиевого (Ge) и кремниевого (Si) диодов малой мощности. U_{p1} , U_{p2} — пороговые напряжения. Если напряжение на диоды меньше порогового — сопротивление диодов велико.

оба входа одновременно принимают потенциал L /3 строка таблицы истинности/, диоды включаются параллельно, потенциал точки А остается приблизительно на том же уровне, транзистор продолжает оставаться закрытым. В схеме на рис.3, в противоположность схеме на рис.1, достаточно одному из входов находится на уровне Н, чтобы привести транзистор в насыщение. Поэтому схема выполняет операцию "ИЛИ-НЕ" /сравнить с табл.1/. В этой схеме ток базы может пройти двумя путями: R_{82} ,

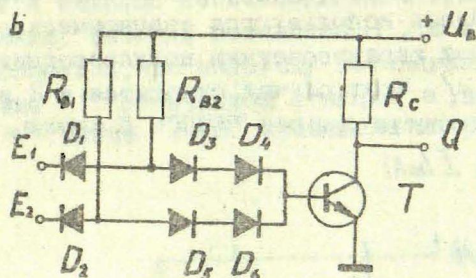


Рис.3. ДТЛ "ИЛИ-НЕ" ячейка.

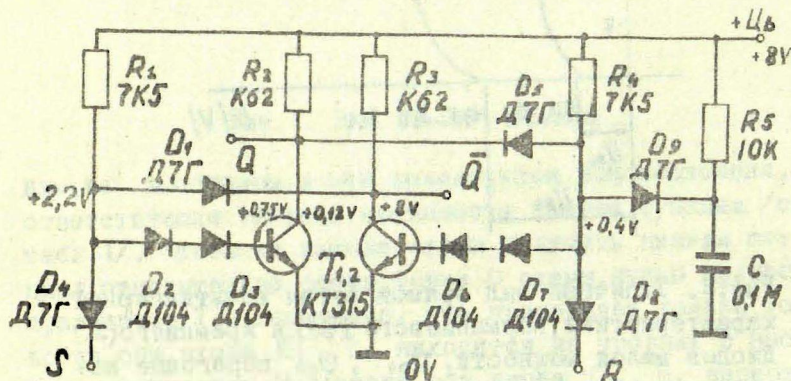
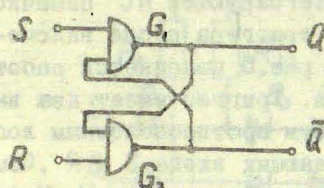


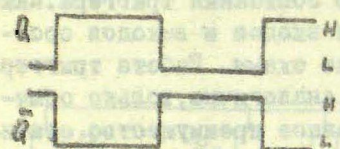
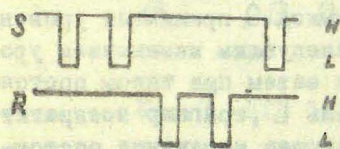
Рис.4. Практическая схема RS-триггера.

Как элемент памяти в логических схемах выгодно использовать статический триггер, который можно построить из двух встречно включенных логических ячеек "И-НЕ" или из ячеек "ИЛИ-НЕ" [7]. Практическая схема статического триггера / RS - триггер/, построенного

из ячеек "И-НЕ" дана на рис.4. Режимы постоянного тока типичны для данных транзисторов и диодов. Дополнительный вход с диодом D_9 и интегрирующей RC цепочкой обеспечивает нужное состояние триггера после включения источника питания U_b . На рис.5 поясняется работа RS - триггера из "И-НЕ" ячеек. Триггер имеет два выхода Q и $\bar{Q}$, соответствующие двум противоположным логическим состояниям и два управляющих входа S и R . Обычное состояние на входах соответствует уровню H . Когда вход S принимает уровень L , выход Q принимает уровень H , который не меняется с последующим изменением уровня на входе S /рис.5 б/. Если затем при таком состоянии схемы вход R примет уровень L , триггер возвратится в состояние $Q = L$, а последующее изменение состояния не приведет к изменению состояния триггера. Каждой установившейся комбинации входов и выходов соответствует устойчивое состояние схемы. Работа триггера, состоящего из "ИЛИ-НЕ" ячеек, аналогична, только обычное состояние его $R = S = L$. Главное преимущество статических триггеров в том, что для них не требуются импульсы с крутыми фронтами, что дает возможность легко обеспечить их запуск непосредственно с датчиков и выключателей без дополнительных формирующих устройств. Таким образом, все логические схемы для АСУ, включая триггеры памяти, можно построить из нескольких элементарных логических ячеек, что очень выгодно с практической точки зрения.



а



б

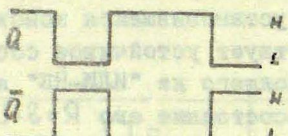
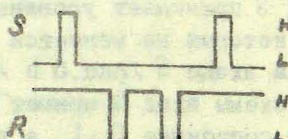
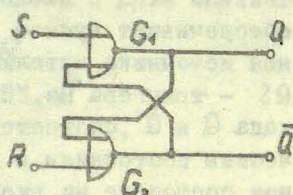


Рис.5. Из "И-НЕ" ячеек
составленный RS-триггер:
а/логическая схема,
б/сигналы на входах и
выходах триггера.

Рис.6. Из "ИЛИ-НЕ"
ячеек составленный
триггер:
а/логическая схема,
б/сигналы на входах и
выходах триггера.

§ 2. Выбор подхода к построению АСУ

Выбор общего подхода к построению АСУ дает возможность уже в стадии проектировки отыскать более оптимальный вариант ее структуры, а потом при практическом осуществлении резко сократить труд, связанный с переделками и наладками. При этом особенно большое значение имеют два вопроса: 1/ какая общая структура системы будет оптимальной, 2/ каким образом решить

технические вопросы, связанные с созданием надежной помехоустойчивости электроники. При выборе общей структуры системы мы руководствовались следующими соображениями. Система, при которой выход из строя отдельного блока не приводит к полной потере работоспособности более выгодна. Например: если вышло из строя устройство автоматической записи результата наблюдений, отсчет может быть произведен оператором, если предусмотрена также визуальная индикация состояния счетчиков. Из тех же соображений выгодно иметь возможность ручного ввода информации в случае выхода из строя устройства автоматического ввода информации.

В процессе настройки и ремонта исполнительных устройств оператор должен наблюдать за движениями инструмента. Эти соображения привели нас к идее переносного пульта управления с ручным вводом информации, к которому может быть подключено устройство автоматического ввода информации. При современном состоянии электроники это легко обеспечить.

В нашем случае очень важен вопрос о помехоустойчивости электронных логических схем. Механические исполнительные устройства, датчики и конечные выключатели будут находиться на весьма большом расстоянии от пульта управления. Это связано с большой интенсивностью помех на входах электронных логических блоков. Электрические запоминающие устройства - триггеры чувствительны к импульсным помехам. Запоминание ими ложных мгновенных значений входов и выходов схемы приводит к неправильному функционированию системы. В работе [8] предлагается радикальное решение этого вопроса: функции памяти реализуются самими механическими исполнительными элементами системы, а на электронных схемах выполнена только комбинационная логика. Вследствие большой инерционности механических исполнительных устройств система оказывается нечувствительной к электрическим шумам и переходным процессам в цепях питания. Однако анализ последовательности операций на пассажном инструменте показал, что в нашем случае нецелесообразно целиком использовать этот метод. По-

этому, чтобы свести до минимума влияние электрических помех на систему, мы выбрали путь построения, описанный в работе [9]. Этот вариант предусматривает уже в начале синтеза системы выбрать число триггеров памяти близкое минимально возможному. Такой путь решения, как показано в той же работе, дает также возможность при постройке системы снизить число употребляемых радиокомпонентов. Это обстоятельство играет немаловажную роль в обеспечении надежности АСУ.

§ 3. Описание АСУ пассажного инструмента АО ЛГУ

Нами спроектирована АСУ для уже существующего пассажного инструмента АПМ-10 с учетом свойств конкретных исполнительных механизмов, описанных в работах [4], [5].

Для выполнения каждой операции нами используется отдельный механизм, приводимый в действие электродвигателем. Рассмотрим особенности всех исполнительных устройств.

1/ Механизм поднятия и опускания горизонтальной оси инструмента имеет реверсируемый электродвигатель M_h с двумя электрическими входами: для прямого хода M_{h+} и обратного хода M_{h-} . Нижнее положение оси показывает конечный выключатель $S_{h=0}$, верхнее — выключатель $S_{h \neq 0}$.

2/ Механизм поворота инструмента при перекладке в лагерах вокруг вертикальной оси имеет реверсивный двигатель M_{ow} . Его вход для прямого хода обозначен $M_{o \rightarrow w}$, а вход обратного хода $M_{w \rightarrow o}$. Конечные выключатели S_o , S_w показывают, где находится конец горизонтальной оси с фотоэлектронными умножителями: на восточной O или на западной W стороне неба соответственно.

3/ Поворот трубы инструмента вокруг горизонтальной оси на требуемое предварительное зенитное расстояние осуществляется вспомогательным механизмом, имеющим два крайних положения. Перед перекладкой /поворот во-

Таблица состояний датчиков, конечных выключателей и триггеров памяти АСУ

№	Датчики								Триггеры				Действия исполнительных устройств
	S_c	S_w	S_{cs}	S_{cn}	$S_{h \neq 0}$	$S_{h=0}$	S_N	$S_{\Delta z=0}$	F_1	F_2	F_3	F_4	
1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	Команда "старт" M_z начинает вращать трубу в направлении $\bar{S} \rightarrow N$.
2			1										M_z продолжает вращать трубу в напр. $S \rightarrow N$.
3									1				Совпадение от счетчика угла поворота Остановка M_z . Закрепление M_x .
4										1			Сигнал от счетчика времени. $M_{\Delta z}$ начинает действовать.
5								1			0		$M_{\Delta z}$ действует. M_x отпущение.
6									0				Труба наведена. Работает измерительное устройство.
7										0			Конец измерений. $M_{\Delta z}$ движется дальше

/продолжение таблицы/

№	Датчики								Триггеры				Действия исполнительных устройств
	S_0	S_w	S_{0S}	S_{0M}	$S_{H \neq 0}$	$S_{H=0}$	S_N	$S_{\Delta x=0}$	F_1	F_2	F_3	F_4	
8								0					Остановка $M_{\Delta x}$, M_z вращает трубу дальше в направлении $S \rightarrow N$
9				0									M_z остановился. Труба находится в крайнем северном положении. M_h начинает действовать.
10						1							M_h поднимает горизонтальную ось инструмента
11	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	M_h остановился. M_{cw} начинает вращать гориз. ось в направлении $0 \rightarrow W$.
12	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	M_{cw} вращает горизонтальную ось в направлении $0 \rightarrow W$
13							0				1		M_{cw} останавливает ось в направлении $S \rightarrow N$. M_z начинает вращать вспом. механизмы $N \rightarrow S$.
14				1			1						M_z вращает вспомог. механизмы в направлении $N \rightarrow S$

/продолжение таблицы/

№	Датчики								Триггеры				Действия исполнительных устройств
	S_0	S_W	S_{CS}	S_{CN}	$S_{h \neq 0}$	$S_{h=0}$	S_N	$S_{\Delta z=0}$	F_1	F_2	F_3	F_4	
15			0										M_Z остановился. M_{CW} продолжает движение
16		0											M_{OW} остановится. M_h начинает спуск горизонтальной оси
17					1								M_h продолжает спуск
18	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	Горизонтальная ось опущена. M_Z начинает вращать трубу $S \rightarrow N$ по предв.установки
													Происходят те же действия, как от 1-го до 9-го
26	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	Начинается наблюдения следующей звезды

крут вертикальной оси на 180° / вспомогательный механизм и вместе с тем и труба должны находиться в одном из крайних положений с максимальным наклоном на север или на юг. Эти положения показывают соответственно датчики S_{0S} и S_{0N} . Первый индекс указывает на место нахождения вспомогательного механизма. Для того, чтобы другой конец горизонтальной оси во время перекладки не касался вспомогательного механизма, примерно к середине перекладки вспомогательный механизм должен быть переведен в другое крайнее положение. Поэтому перекладка разделена на два шага. В промежуточном состоянии, когда ось принимает направление север-юг срабатывает датчик S_M , который дает команду остановить вращение вокруг вертикальной оси. Потом следует перекладка вспомогательного механизма в другое крайнее положение. Только потом продолжается вращение оси инструмента. Очень выгодно отсчет угла поворота производить как раз из обеих крайних положений трубы S_{0S} и S_{0N} . В связи с этим нами предусмотрено каждую ночь наблюдение данной звезды начинать с одного и того же состояния датчиков положения трубы S_0 и S_W , поэтому в программе легко задать нужный угол поворота. Метод отсчета угла с двух крайних положений максимального наклона удобен с той точки зрения, что звезды, близкие к зениту, наблюдаются чаще всего. Если отсчет вести от точки зенита, то для установки угла механизм должен работать короткое время рывками, что трудно осуществить, т.к. нужно точно индцировать зенитное положение трубы. Этот механизм приводится в движение реверсивным двигателем M_Z . Его электрические входы для поворота в направлении на север или на юг обозначены, соответственно $M_{S \rightarrow N}$, $M_{N \rightarrow S}$.

4/ Закрепление инструмента по зенитному расстоянию производит электромагнитное исполнительное устройство M_X , когда на его вход подан соответствующий сигнал.

5/ Предложенный нами механизм для точного наведения трубы на звезду не требует реверсивного электродвигателя. Двигатель для точного наведения имеет

один электрический вход $M_{\Delta z}$. Начальное состояние этого исполнительного устройства показывает конечный выключатель $S_{\Delta z=0}$.

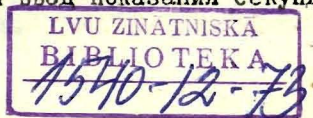
Основой для синтеза логических схем АСУ является "Таблица состояний датчиков конечных выключателей и триггеров памяти АСУ". В таблице даны также словесные пояснения действий исполнительных устройств для каждого положения. Таблица начата с положения, когда труба находится в крайнем южном положении $S_{cs} = 0$.

Последовательность операций для одной звезды целесообразно разделить на три этапа: с 1 по 9 положения - подготовка к наблюдению перед кульминацией; с 10 по 18 положения - перекладка инструмента в лагерах; с 18 по 26 положения - подготовка к наблюдению после кульминации.

Как видно из таблицы, коды состояний 1 и 18 отличаются только значениями S_0 и S_w , т.е. величина угла поворота для предварительной установки до и после перекладки не меняется. Это является следствием того, что крайние положения симметричны относительно зенита. После 18-го положения начинаются операции для регистрации моментов прохождения после перекладки. Они полностью совпадают с операциями в положениях с 1 по 9. Однако цикл не заключается после одной, а только после наблюдений двух звезд, когда S_0 , S_w , S_{os} и S_{om} принимают свои первоначальные значения. Соответствующую информацию можно найти в триггере памяти F_4 .

Логические операции, заданные таблицей состояний, реализует схема /см. приложение 1 в конце настоящего сборника "Логическая схема АСУ для пассажного инструмента"/, которая построена методом комбинирования элементарных логических ячеек. Рассмотрим особенности схемы и проследим, какие операции должен будет произвести наблюдатель, работая с ручным вводом информации.

Если до начала наблюдений инструмент находится согласно нумерации "Таблицы состояний" в положении 1, первым действием наблюдателя является ввод при помощи клавишей значения угла поворота в счетчик предварительного выбора ПВ/З и ввод показания секунды в счет-



чик $PВ/t$. Счетчики $PВ/z$, $PВ/t$ выдают сигналы в моменты, когда число импульсов поступивших на их входы совпадает с предварительно установленными значениями z и t соответственно. Только после того, как на электрические входы моторов подается разрешающий сигнал /переключатель P_2 переводится в положение "работа"/ начинает работать мотор M_z механизма для предварительной установки z . Через каждый градус поворота трубы фотоэлектрическое считывающее устройство выдает импульс. Эти импульсы поступают на счетчик $PВ/z$. После выдачи счетчиком $PВ/z$ импульса совпадения триггер F_1 переходит в состояние 1. Блок комбинационной логики L/M_z снимает сигнал с входа M_{S+N} . Одновременно с этим блок L/M_x дает сигнал устройству M_x для закрепления инструмента по зенитному расстоянию. Но действие мотора $M_{\Delta z}$ начинается только после появления сигнала от счетчика времени $PВ/t$ и его воздействия на триггер F_2 , который устанавливается в состояние 1. Действие $M_{\Delta z}$ и M_x прекратится в момент получения сигнала от индикаторного устройства точного наведения, выход которого подключен к входу R триггера F_1 /от этого сигнала триггер переходит в состояние 0/. Быстрая остановка вращения трубы достигается за счет мгновенного прекращения действия электромагнитного исполнительного устройства M_x . Движение мотора $M_{\Delta z}$ продолжится после того, как от измерительного устройства поступит сигнал, свидетельствующий об окончании регистрации моментов прохождения. Таким образом, $M_{\Delta z}$ при установке трубы по зенитному расстоянию проделывает замкнутый цикл в двух этапах. В случае, если сигнал от индикатора точного наведения не поступит, механизм $M_{\Delta z}$ возвратится в исходное состояние без промежуточной остановки. Для обнаружения такого состояния нами предусмотрена предупредительная система A_{II} , которая вырабатывает сигналы запрета для логических схем $G_1, \dots, G_4$ и дальнейшая работа системы прекращается. После этого наблюдатель должен отключить переключатель P_2 в положение "стоп" и выяснить причину несрабатывания индикатора точного наведения. Если причиной является облачность, то

после выяснения можно продолжать наблюдения. Следует учесть, что АСУ требует для каждой звезды определенное положение конца оси с фотоумножителями. Следовательно, при продолжении наблюдений может понадобиться движение механизмов для перевода инструмента в нужное начальное состояние. Для этого предусмотрено ручное управление триггеров от кнопок $K_1 \dots K_4$. Нажатием этих кнопок можно имитировать подачу информационных сигналов на входы триггеров.

Выбранный нами способ управления - для каждой звезды начинать с одного и того же положения инструмента - позволил значительно упростить схемы для АСУ. Но если это будет приводить к систематическим ошибкам, то следует создать два набора программ.

Вся система спроектирована таким образом, чтобы была возможность дополнительной противоаварийной защиты. Рассмотрим, какие в основном меры нами предусмотрены для того, чтобы аварийные ситуации не привели к разрушению инструмента. Для индикации ложных комбинаций состояний датчиков и дополнительного контроля за работой исполнительных устройств нами предусмотрен логический блок для индикации аварий A_I . Входными величинами этого блока являются не только состояния уже упомянутых выше датчиков, а также дополнительно состояния таких датчиков, которые установлены в разных частях инструмента или следят за исправностью исполнительных устройств. Например, необходимо проконтролировать, чтобы не начало работать устройство M_2 поворота трубы инструмента на предварительное зенитное расстояние в случае, если вышло из строя устройство закрепления M_x /стопорный винт все время прижимается/. Однако полностью исключить опасность аварии только за счет дополнительных электронных блоков контроля невозможно. Они сами могут выйти из строя. Для таких случаев все моторы предусмотрены со скользящими сцеплениями, которые при нагрузках, больше требуемых, не передают движения от вала мотора на механизм. Целесообразно также предусмотреть автоматическое отключение питания мотора, если электрическая нагрузка мотора превышает допустимый предел.

Л и т е р а т у р а

1. Штейнс К.А. и Огриньш М.П. Устройство и метод регистрации моментов прохождений звезд с учетом выбросов. Уч. зап. ЛГУ, том 148, вып. 6, 3, 1971.
2. Огриньш М.П. Устройство для определения среднего момента прохождения звезд. Уч. зап. ЛГУ, том 169, вып. 7, 1972.
3. Огриньш М.П. О настройке генератора меток устройства для определения среднего момента прохождения звезд. Наст. сборник 64.
4. Штейнс К.А. и Иванов А.В. Автоматизация пассажного инструмента. Уч. зап. ЛГУ, том 169, вып. 7, 1972.
5. Иванов А.В. К вопросу об автоматизации пассажных инструментов. Уч. зап. ЛГУ, наст. сборник 77.
6. Христиансен П. В поисках оптимальной логической системы. Электроника, № 5, 3-12, 1967, русский перевод.
7. Bistabile Kippstufen. Arbeitsblatt Nr. 47, Heft 5 und 6. Elektronik 1970.
8. Pugh A., Woodward M.E. A modular approach to sequential control, "Radio and Elektron. Eng.", 42, Nr. 1, 45-51, 1972. Русский перевод, Экспресс-информация, Приборы и элементы автоматики. М., № 24, 24-34, 1972.
9. Schaltwerke entwurf mit Hilfe von Übergangsdiagrammen. Lösungsweg Code-Steuerung, Elektronik, № 9, 307-310, 1970.

Р е з ю м е

А. В. И в а н о в

АСУ ПАССАЖНОГО ИНСТРУМЕНТА

Разработана система автоматического управления для уже имеющегося пассажного инструмента АПМ-10. Система приспособлена к устройству, разработанному в АО ЛГУ. АСУ исполняет следующие действия: 1/ поднятие и опускание горизонтальной оси инструмента, 2/ перекладку в лагерах, 3/ закрепление инструмента по зенитному расстоянию, 4/ установку трубы по зенитному расстоянию. Четвертая операция происходит в два этапа: 1/ предварительная установка на требуемое зенитное расстояние, 2/ точная установка изображения звезды на середине дорожки, через которую падает свет на ФДУ.

Электронная схема АСУ содержит четыре триггера памяти, логические блоки для исполнительных устройств и счетчики импульсов предварительного выбора для установки необходимого угла поворота трубы и для выработки командного импульса, который в нужное время приводит в действие механизм точного наведения. Приведены также электрические схемы логических ячеек, из которых построена система.

Иллюстр.: 6, табл.: 3, библиогр.: 9 назв.

K o p s a v i l k u m s

A. I v a n o v s

PASĀĪINSTRUMENTA AUTOMATISKĀS VADĪBAS SISTĒMA

Izveidota sistēma pasāīinstrumenta A M - 10 vadīšanai. Tā ir piemērota iekārtai, kas izstrādāta LVU AO.

AVS izpilda šādas darbības: 1) instrumenta horizontālās asis pacelšana un nolaišana, 2) pārlīkšana ala, 3) instrumenta stāvokļa fiksēšana pēc zenitdistances, 4) zenitdistances iestādīšana. Pēdējā operācija notiek divos posmos: 1) iepriekšēja zenitdistances iestādīšana, 2) zvaigznes attāle precīza iestādīšana spraugas vidū, caur kuru krīt gaisma uz fotoelektronu pavairotāju. AVS elektroniskā shēma ietver četrus atmiņas triggerus, loģikas blokus katram izpildītājmehānismam un impulsu skaaitītājus ar iepriekšēju izvāli. Ar priekšizvēles skaaitītāju palīdzību iestāda zenitdistanci un izstrādā komandas signālu, kas vajadzīgajā brīdī iedarbina zenitdistances precīzās iestādīšanas mehānismu. Dots arī elektronu shēmu apraksts no kurām izbūvēta shēma.

Summary

A. I v a n o v s

SYSTEM OF AUTOMATIC STEERING FOR THE TRANSIT
INSTRUMENT

The system of automatic steering for the transit instrument A M - 10 is developed. The system is applied to the device in the AO of the Latvian State University.

The system of automatic steering carries out the following operations: 1) to lever up and down the horizontal axis of the instrument, 2) to reverse the transit instrument i.e. to turn its axis through 180° , 3) fastening of the instrument for rough setting in a given zenith distance, 4) setting the tube precisely in the given zenith distance. The last operation is carried out in two stages: 1) preliminary setting in the approximately necessary zenith distance, 2) exact setting of the image of the star in the middle of the track through which light is passing to a photomultiplier.

The electronic circuit of the system of automatic steering contains four memory flip-flops, logic circuits to operate accomplishing devices and preset counters for setting the necessary turn angle of the tube as well as working out command in the definite moment to operate the device of exact setting. The electrical circuits of logic elements the system is constructed from, are also given.

УДК 522.52

К. А. Штейнс

М. П. Огриньш

А. В. Иванов

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПЕРЕДВИЖНОЙ ДОРОЖКИ ПРИ НАБЛЮДЕНИИ ПРОХОЖДЕНИЯ ЗВЕЗД

Чтобы избавиться от влияния фона неба, в службе времени Латвийского государственного университета зеркальная визирная решетка, установленная в фокальной плоскости пассажного инструмента, закрывалась черной бумагой с двумя щелями, которые были установлены перпендикулярно бесколимационной линии, т.е. перпендикулярно щелям зеркальной решетки. Ширина щелей решетки 0,1 мм. Длина щелей - дорожек - примерно 1,5 мм /примерно 15 пересечений/. Расстояние между дорожками примерно 2,8 мм. С такой дорожкой наблюдения велись с 1964 по 1968 годы. Так как приходится долго ждать появления северных звезд после перекладки инструмента в лагерах, то нами [1] было предложено фотоэлектрические наблюдения на пассажном инструменте с перекладкой в лагерах проводить с передвижной дорожкой, т.е. дорожку /щель/, по которой движется изображение звезды в фокальной плоскости /длинную щель/, закрыть ширмой с отверстием, причем ширму, т.е. отверстие, устанавливать ближе или дальше от бесколимационной линии в зависимости от склонения наблюдаемой звезды. В службе времени Латвийского государственного университета передвижная дорожка успешно применяется с 1968 года. Интенсивность наблюдений звезд возросла на 30%. Регистрация моментов проходила на печатающем хронографе [2].

При регистрации нередко имелось дробление контактов. Много времени занимало отождествление контактов, т.е. нахождение тех отпечатков на ленте, которые после и перед кульминацией были отмечены на том же самом крае той же щели. Число наблюдаемых контактов от звезды к звезде и от ночи к ночи менялось, хотя в первом случае наблюдалось на той же самой дорожке, а во втором - при отверстиях с постоянной длиной. Нами [3-4] был предложен метод автоматического определения среднего момента прохождения звезд с учетом случайных выбросов и построен соответствующий прибор. При наблюдениях с подвижной дорожкой методом учета случайных выбросов возникает ряд трудностей, которые связаны со следующими особенностями: 1/следует наблюдать прохождение изображения звезды через определенное количество щелей / 12 пересечений/, притом на тех же самых краях перед и после перекладки инструмента в лагерах; 2/неизвестно точное положение подвижной дорожки; 3/при наблюдениях прохождения звезд в отсутствие наблюдателя некоторая часть дорожки отводится для установления звезды по зенитному расстоянию [5]. В настоящей статье предложено несколько способов автоматического определения среднего момента прохождения звезды методом учета случайных выбросов с применением передвижной дорожки. Предлагается несколько способов в зависимости от применяемого вида визирной решетки с широкими поперечными щелями на концах дорожки и без них, а также в зависимости от того, насколько точно устанавливается на том же самом месте передвижная дорожка при ее повторных передвижениях. Интенсивность наблюдений звезд увеличивается также, если неподвижные щели расположить сравнительно близко к бесколимационной линии и экваториальные звезды наблюдать без перекладки инструмента в лагерах. В этом случае следует иметь программу наблюдений звезд, в которой каждой экваториальной звезде соответствует другая с таким же склонением. Звезды, образующие пары, следует наблюдать при противоположных положениях горизонтальной оси, исключая таким образом колимацию. Наклон оси можно определить по отсчетам уровня, интерполируя положения нуля уровня поданным по-

лученным для звезд из наблюдений с перекладкой инструмента в лагерах. Длины и положения стационарных дорожек должны быть согласованы с учетом выводов § 2.

§ 1. Зеркальная решетка с широкими поперечными щелями на концах дорожки

Чтобы установить трубу по зенитному расстоянию, предполагается в начале и в конце дорожки иметь по две широкие поперечные щели: одну прозрачную, другую отражающую. Зеркальная решетка уменьшает влияние изменения фона неба /рис. 1/.



Рис. 1 Дорожка с поперечными щелями и 4 широкими поперечными щелями на концах дорожки

Установление трубы по зенитному расстоянию и регистрация моментов прохождений происходит следующим образом. В соответствующий промежуток времени труба перемещается по зенитному расстоянию до тех пор, пока изображение звезды не пересечет одну из широких щелей, находящуюся в начале дорожки. В этот момент свет от звезды попадет на фотоумножитель и возникнет сигнал, который остановит мотор, перемещающий трубу по зенитному расстоянию. Так как известна яркость звезды и наблюдаются достаточно яркие звезды, то порог для индикации появления сигнала можно установить столь высоким, чтобы сигнал не появлялся из-за помех.

Визирная решетка состоит из четырех дорожек с широкими поперечными щелями в начале и конце дорожек. Остальная часть фокальной плоскости закрыта. Отверстие

ширмы следует помещать на той дорожке, через которую проходит звезда.

Логическая система регистрирующего устройства должна быть построена так, чтобы построение меток и суммирование длительностей выбросов началось только тогда, когда осуществлены следующие два условия в указанном порядке: 1/пересечение порога, который констатирует, что изображение звезды вошло на вторую широкую поперечную щель; 2/пересечение порога уровня регистрации. Если имеется опасение, что начальные условия повлияют на запаздывание, то можно увеличить число поперечных щелей и их не использовать для регистрации, а только для установления режима. То обстоятельство, что следует иметь в фокальной плоскости инструмента четыре дорожки, затрудняет экранизацию ложных изображений звезд. Поэтому нами предложено помещать дорожки среди двух призм, которые склеиваются канадским бальзамом /рис.2/. На поверхность одной из призм следует нанести непрозрачный слой как можно меньшей отражательной способности. Таким образом, создается внутренний экран с прозрачными щелями. На поверхность другой призмы наносятся узкие щели с широкими поперечными щелями на концах. Соединение обеих поверхностей происходит по специально сделанным отметкам, которые гарантируют перпендикулярность дорожки к поперечным щелям с точностью $\pm 1'$.

В случае применения зеркальных решеток на плоско-параллельной стеклянной пластинке с клином для устранения ложных изображений звезд можно широкие поперечные щели поместить на ширме передвижного отверстия. Поперечные щели будут отражающими и будет иметь место влияние изменения фона неба. Кроме того, трудно осуществить, чтобы поперечные широкие щели являлись продолжением дорожки. Можно также широкие щели поместить в искатель. В рассматриваемом случае возникают трудности, связанные с тем, что неизвестно, какое положение заняло отверстие ширмы относительно щели. Эти трудности можно преодолеть подбором оптимальной длины отверстия. Трудности преодолеваются одинаково как в случае полностью автоматизированных наблюдений, так и в слу-

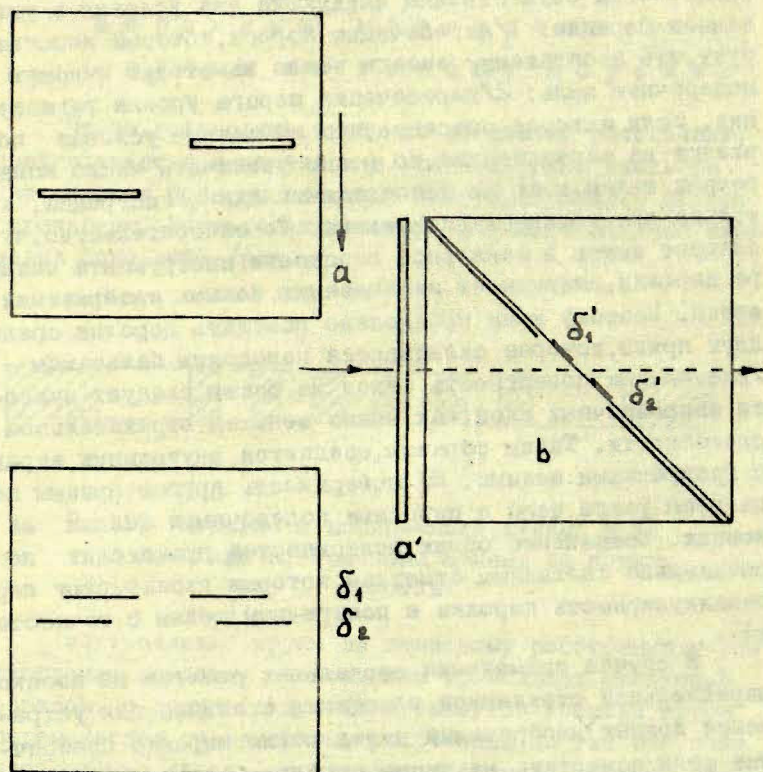


Рис. 2 Призма с дорожками и экраном. Поперечное сечение: a – экран со щелями, δ_1 , δ_2 – призма с дорожками звезд. Продольное сечение: a' – экран, δ'_1 , δ'_2 – дорожки звезд, b – внутренний экран.

чае присутствия наблюдателя, только с той разницей, что соответствующие действия в первом случае исполняет автомат, а во втором случае - человек. Решение проблемы дано в § 2.

§ 2. Наблюдения с передвижной дорожкой на поперечных щелях одинаковой ширины

Проведем анализ возможных положений отверстия относительно поперечных щелей одинаковой ширины вертикальной решетки /рис.3/. Рассмотрим два случая:

а/ длина отверстия d находится в пределах

$$2nd_0 < d < (2n+1)d_0,$$

и б/ длина отверстия d_1 находится в пределах,

$$(2n-1)d_0 < d_1 < 2nd_0,$$

где n целое положительное число, d_0 - ширина поперечной щели.

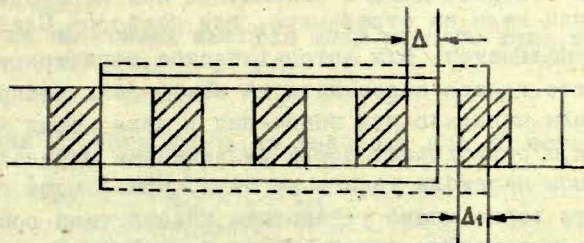


Рис. 3. Щель с отверстием в двух положениях.

На рис.3 показаны оба случая а/ и б/ в положении, когда левый край отверстия совпадает с краем одной из поперечных щелей. Если в случае а/ отверстие переместим вправо до совпадения правого конца щели с краем ближайшей щели, то в отверстие будет видно $2n$

края щелей, если же переместим влево, то будет видно $2n+1$ края. Эти случаи различимы, т.к. в первом на концах отверстия будут видны одинакового вида щели, т.е. обе отражающие, а во втором - щели противоположного типа, т.е. одна отражающая, а другая прозрачная. Нет надобности проводить анализ в случае дальнейшего передвижения щели, т.к. для анализа безразлично, который из концов отверстия совмещен с краем поперечной щели. В случае б' аналогично получаем следующий закон: если на обоих концах отверстия видны щели одинакового типа, то в отверстии имеется $2n$ края, если же на концах видны щели противоположного типа, то в отверстии видно $2n-1$ края щелей. Если мы желаем при всех положениях щели наблюдать максимально возможное одинаковое число пересечений, то в случае а/ это будет четное число контактов, а в случае б/ - нечетное число контактов. Построенный нами прибор [4] регистрирует четное число контактов, поэтому более подробно рассмотрим случай а/. Для этого случая имеется следующее правило. 1. Чтобы наблюдать максимально возможное четное число проходов через края поперечных щелей, первый контакт перед кульминацией должен быть одинакового типа с первым контактом, наблюдаемым после кульминации звезды, т.е. оба контакта должны появляться при переходе от прозрачной щели на отражающую, или наоборот. Следовательно, наблюдатель, или автоматическое регистрирующее устройство, должен запоминать, на какую щель изображение звезды попадало при появлении в щели перед кульминацией, и регистрацию после кульминации начинать при первом переходе такого же типа. При помощи гальванометра легко можно установить, какого типа поперечная щель имеется при появлении звезды. Следовательно, если регистрация ведется наблюдателем, нет принципиальных трудностей применения подвижной дорожки. Если же наблюдения происходят без наблюдателя, то типы первых контактов должны быть согласованы автоматически (§4).

§ 3. Оптимальная длина от- верстия передвигной дорожки

В этом параграфе рассматривается случай, когда целая часть длины отверстия в единицах длин поперечных щелей есть четное число $2n$. На основании рис. 3 и анализа, проведенного в § 2, можно утверждать, что если отверстие расположено так, что на его концах имеются щели одинакового типа, то сумма длин видимых частей щелей на концах равна

$$1 + \Delta,$$

где $2n + \Delta$ — длина отверстия ($d_0 = 1$). Из всех возможных положений отверстия на решетке выделим наиболее невыгодные для регистрации положения следующим образом. Во-первых, выделим в любом положении наибольшую часть поперечной щели на концах отверстия. Во-вторых, из всех таким образом выделенных длин найдем наименьшую и обозначим ее через Δ^0 . В случае, если на концах имеются щели одинакового типа, то

$$\Delta^0 = \frac{1 + \Delta}{2}.$$

Если же на концах имеются щели разного типа, то

$$\Delta^0 = \frac{\Delta}{2}.$$

Так как Δ^0 есть дробь, то значение для Δ^0 есть

$$\Delta_m^0 = \frac{1}{2} - \varepsilon,$$

где ε — бесконечно малая величина. Максимальному значению Δ_m^0 соответствует оптимальная длина отверстия передвигной дорожки. Действительно, чем большую длину имеет видимая часть поперечной щели на конце отверстия, тем более уверенно ее обнаружить. При значении $\Delta_m^0 = \frac{1}{2} - \varepsilon$, $\Delta = 1 - 2\varepsilon$, т.е. в случае одинакового типа щелей на концах отверстия обе щели имеют с точностью до бесконечной малой величины длину 1, т.е. практически

максимальную величину. Если же на концах отверстия имеются щели противоположного типа, то при регистрации один контакт следует пропускать, причем безразлично с какого конца. При наблюдении предельно слабых звезд естественно он будет пропущен с конца, где длина видимой части щели меньше. Однако если перед кульминацией регистрация случайно начнется после меньшей длины видимой щели, то после кульминации большая часть должна быть пропущена и регистрация начнется после прохождения изображения звезды через полностью открытую щель, т.е. максимально уверенно. Таким образом, в самом неблагоприятном случае для регистрации моментов прохождений с применением подвижной дорожки, которая останавливается в произвольном положении и имеет оптимальную длину, необходимо уверенно обнаружить появление звезды на половине поперечной щели. Следовательно, чтобы выяснить, до какой звездной величины можно наблюдать с нефиксированной дорожкой, следует выяснить, сколько теряется интенсивности, если звезда помещается на щели, половина которой закрыта с двух сторон, по сравнению со случаем, когда изображение звезды помещается на всей щели. Следует учесть, что с одной стороны звезда закрыта экраном, а с другой стороны щелью противоположного типа.

К.А.Штейнс, Э.Я.Капуш и Р.К.Калнинь [6-7] нашли распределение интенсивности в изображении звезды в случае плохих и в случае хороших условий наблюдений для пассажного инструмента АПМ-10 при фотоэлектрических наблюдениях. Средние значения данных, взятых из работ [6-7], приведены в таблице 1. Данные, помещенные под названием "плохие условия", вычислены в предположении, что хроматические кружки рассеяния для каждого цвета равномерно засвечены и что для длины волны, в фокусе которой помещена визирная решетка, диаметр кружка равен $0,022$ мм. Данные под названием "хорошие условия" получены как дифракционное явление Фраунгофера на круглом отверстии различных длин сферических волн.

Из таблицы 1 видно, что в случае плохих условий

Распределение интенсивности в изображении звезды

Расстояние от центра звезды в миллиметрах	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06
Хорошие условия	1,00	0,09	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02
Плохие условия	1,00	0,52	0,35	0,24	0,13	0,06	0,02

наблюдений изображение звезды полностью помещается на щели шириной в 0,1 мм. Если же изображение звезды появится на конце щели и ее половина поместиться на видимой части этой щели, т.е. на половине щели, то интенсивность будет вдвое меньше, чем если бы изображение появилось на всей щели. Следовательно, наблюдателю покажется, что звезда имеет блеск меньший на 0,8 звездных величин. При дальнейшем передвижении изображения звезды интенсивность света от звезды увеличится, т.к. из-за экрана появится некоторая часть изображения звезды, и уменьшится вследствие того, что некоторая внешняя часть изображения перейдет на щель противоположного типа. Приблизленный подсчет показывает, что увеличение интенсивности произойдет только при перемещении изображения звезды на 0,015 мм и достигнет 65% от максимальной амплитуды, т.е. при установлении появления звезды будет теряться примерно 0,5 зв. величины. В случае хороших условий наблюдений согласно данным таблицы 1 вокруг яркого ядра малых размеров имеется сравнительно слабый ореол большого радиуса. Это действительно так. В случае регистрации ярких звезд задолго перед появлением звезды отклонение стрелки гальванометра в одну сторону показывает на появление ореола звезды. Этот эффект усиливается в случае плохой экранизации. Естественно, что ореол звезды наблюдается также при плохих условиях наблюдений. Это затрудняет автоматиза-

цию наблюдений прохождений звезд особенно в случае применения нефиксированных щелей. Указанные трудности отсутствуют при наблюдении не очень ярких звезд. Условия обнаружения звезды на половине щели при хороших условиях видимости незначительно лучше, чем при плохих, т.е. в случае хороших условий наблюдений теряется 0,3 зв. величины. Наши подсчеты проведены для наиболее неудачных положений отверстия экрана над дорожкой звезды. Если отверстие устанавливается над дорожкой в любом месте с одинаковой вероятностью, то таких невыгодных положений будет немного, т.е. примерно 10%. В большинстве случаев потеря в интенсивности при обнаружении звезды практически не будет. Передвижная дорожка службы времени АО ЛГУ работает устойчиво, т.е. щель экрана с большой точностью $\pm 0,01$ мм/ устанавливается на одном и том же месте. Это достигнуто специальными фиксаторами и посредством пружины, которая прижимает экран к корпусу во время перекладки инструмента в лагерах. Согласно проведенному анализу длина щели передвижной решетки должна равняться целому числу длин поперечных щелей и ее края должны оставаться примерно у краев поперечных щелей.

§ 4. Функциональная схема для автоматического оп- ределения среднего момента

Если наблюдения происходят без наблюдателя, то типы первых контактов должны быть согласованы автоматически. Если же регистрация происходит в присутствии наблюдателя, то автоматический выбор типа контакта освобождает наблюдателя от запоминания типа контакта перед перекладкой инструмента. Преимущество автоматического согласования контактов очевидно. На рис. 4 дается функциональная схема устройства для определения среднего момента прохождения звезд с учетом случайных выбросов. Она несколько отличается от [4]. Изменения

обусловлены тем, что автоматически выбирается тип контакта после переключки в зависимости от типа первого контакта до переключки. Результат определения среднего момента в предлагаемой схеме дается двумя электронными счетчиками СИ1 и СИ2, а показания счетчиков передаются на печатающее устройство МПУ. Регистрация начинается только после установления режима фотоэлектрического усилителя. Поскольку режим усилителя можно считать практически установившимся со второго контакта [8], то в начале регистрации первый контакт пропускается и регистрация начинается только со второго контакта. После переключки регистрация начинается с такого же типа контакта, как перед переключкой, с пропуском одного контакта. На рис. 4 начальные состояния всех триггеров указаны "0" или "1" на соответствующем выходе триггера, причем "1" означает высокий потенциал, а "0" — низкий потенциал. Для пороговых устройств /ПУ, ТШ/ указаны направления изменения потенциала на соответствующем выходе при указанном направлении изменения потенциала на входе /например на входе $\neg$, на выходе $\neg$ /. Электронные ключи /ЭК/ и временные селекторы /ВС/ открываются высоким потенциалом и в это время на счетчик СИ1 проходят счетные импульсы [4]. Счетчик СИ2 введен для измерения отрезка времени от середины меток до полной секунды. Для логических элементов указаны потенциалы на входах и выходах при срабатывании, т.е. когда выполняется соответствующая логическая операция. Триггеры чувствительны только к отрицательным импульсам, которые воздействуют лишь на насыщенный транзистор /на выходе "0"/.

Часть схемы, содержащая ТШ1, ТШ2, Т1, Т2, Т3, М, Т4, Т5 и логические элементы, предназначена для выполнения следующих операций: 1/ для обнаружения и запоминания типа первой щели или части щели, открытой отверстием подвижной ширины в начале дорожки; 2/ для пропускания одного контакта /границу между соседними щелями разного типа/ и начинания регистрации со второго контакта; 3/ после переключки инструмента, т.е. после регистрации N контактов для обнаружения первой по по-

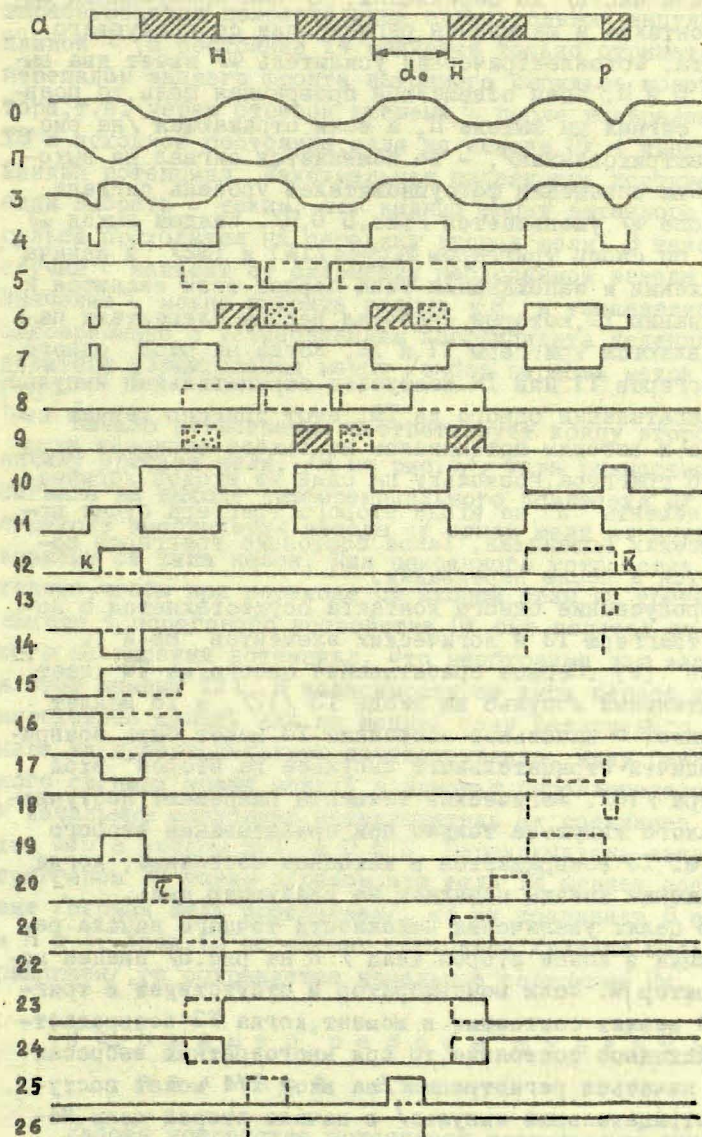


рис. 5

рядку щели или часть щели такого же типа, как первая щель /или часть/ до перекладки; 4/ для пропускания одного контакта и начинания регистрации со следующего контакта. Фотоэлектрический усилитель $\Phi У$ имеет два выхода - 0 и П. Если освещается прозрачная щель, то появляется сигнал на выходе П, а если отражающая /на рис. 5(а) заштрихованная/, - то появляется сигнал на выходе 0. При освещении фотоумножителей уровень сигнала на выходе $\Phi У$ уменьшается /рис. 5 0, П/. Каждый выход $\Phi У$ связан со своим триггером Шмитта /ТШ1 и ТШ2/ и задача обнаружения и запоминания типа первой щели сводится к запоминанию ТШ, который сработал первым. Элементами памяти являются триггеры Т1 и Т2. Когда на вход одного из триггеров Т1 или Т2 поступает отрицательный импульс при срабатывании одного из ТШ, этот триггер меняет состояние и высоким потенциалом на выходе запирает вход второго триггера, поскольку на один из входов логического элемента "И" на входе второго триггера будет подан высокий потенциал. Такое состояние триггеров сохраняется и после перекладки.

Пропускание одного контакта осуществляется с помощью триггера Т3 и логических элементов "НЕ-И" и "НЕ-ИЛИ" [9]. Первое срабатывание одного из ТШ дает отрицательный импульс на входе Т3 /17/, и Т3 меняет состояние. В начальное состояние Т3 может быть возвращен подачей отрицательного импульса на второй вход триггера /18/. Логические элементы разрешают поступление такого импульса только при срабатывании второго ТШ, т.е. Т3 возвращается в исходное состояние, когда изображение звезды попадает на следующую щель.

В целях увеличения надежности точного начала регистрации в конце второй щели /Н на рис. 5/ введен моновибратор М. Если моновибратор М отсутствует и триггер Т4 меняет состояние в момент, когда Т3 возвращается в исходное состояние, то при многократных выбросах может начаться регистрация /на вход ТУ1 может поступить отрицательный импульс/ в начале второй щели. Моновибратор исключает такую возможность. Он выпускается отрицательным импульсом в момент, когда Т3 возвра-

щается в исходное состояние. На выходе моновибратора вырабатывается положительный прямоугольный импульс длиной τ , а состояние Т4 меняется только отрицательным перепадом заднего фронта выходного импульса моновибратора, т.е. через отрезок времени τ после возвращения Т3 в исходное состояние, если на выходе ПУ 4 имеется низкий потенциал. Максимальная надежность достигается, если выбрать τ таким, что задний фронт выходного импульса приходится на середину второй щели. В таком случае τ зависит отклонения наблюдаемой звезды δ . Значение τ можно выбрать равным $\frac{1}{2}M$ и устанавливать одновременно с установлением коэффициента деления K /делителя формирования меток /выбор периода меток M / [10].

Начало регистрации соответствует концу второй и началу третьей щели. /Н на рис.5/. Фаза равностного сигнала на выходе дифференциального усилителя ДУ при переходе изображения звезды от одной щели на другую зависит от типа щелей. Для описанного устройства необходимо, чтобы при переходе от второй щели на третью на выходе 4 порогового устройства ПУ был переход от низкого на высокий потенциал. Это необходимо для запуска в этот момент ТУ1. В зависимости от типа первой щели необходимо менять или не менять фазу равностного сигнала на противоположную, соответственно. Фазу равностного сигнала можно менять с помощью переключателя Пк. В начальном состоянии переключатель Пк соединяет выход ФУ0 с входом ДУ1, а П с 2. Переключатель связан с триггером Т2 таким образом, что если Т2 меняет состояние /первая щель прозрачная/, то Пк соединяет 0 с 2, а П с 1. Если Т2 не меняет состояния /первая щель отражающая/, то сохраняется начальное состояние Пк.

§ 5. Пример работы функциональной схемы

Работа устройства поясняется диаграммами потенциалов в соответствующих точках устройства /рис.5/. Номера на рис.5 и 6 согласованы. Проследим за рабо-

той схемы, если рабочая часть ⁴⁰ решетки открыта отверстием подвижной ширмы длиной в $\lambda / N + 3/d_0$, где d_0 - ширина отражающей или прозрачной щели, N - число используемых в регистрации краев щелей /четное число/, а положение отверстия ширмы относительно решетки неопределенное. Для примера на рис.5(а) выбрано $N = 4$. Допустим, что отверстием ширмы в начале дорожки открыта часть прозрачной щели. Очевидно, обязательным является требование, что положение ширмы не должно измениться во время перекладки инструмента. Предположим, что изображение звезды движется слева направо, а после перекладки справа налево. На рис.5 /0,П,3/ изображены уровни сигналов на выходах $\Phi У$ и $Д У$ при движении изображения звезды.

При появлении сигнала Π замыкается ключ K /наблюдателем или $А С У$ / и $T5$ меняет состояние /12/. Поскольку первым появляется сигнал Π , то $T52$, который срабатывает первым /11,14/ переводит $T2$ во второе состояние. При изменении состояния $T2$ /16/ на первый вход $T3$ поступает отрицательный импульс /17/ и $T3$ меняет состояние /19/. Одновременно высокий потенциал на выходе $T2$ /15/ переключает Π_k и равностный сигнал на выходе $Д У$ меняет фазу на противоположную /3/. Когда на выходе $0 \Phi У$ появляется сигнал /в начале отражающей щели/, $T51$ срабатывает /0,10/ и на втором входе $T3$ /18/ поступает отрицательный импульс /13,18/ и $T3$ возвращается в исходное состояние /19/. В этот момент и $T5$ возвращается в исходное состояние /19,12/ и запускается моновибратор M /19/. Через время T /20/ $T4$ меняет состояние /20,4,21/. В конце отражающей щели /Н/, когда на выходе $4 \Pi У$ появляется высокий потенциал /3,4/, на вход триггера управления $TУ1$ поступает отрицательный импульс /22/, $TУ1$ меняет состояние, $T4$ возвращается в исходное состояние /21/, открывается $\partial K1$ и начинается формирование меток /5,8/ [4]. Далее происходит суммирование длительностей выбросов сигнала на выходе $Д У$ /3,4,7/ соответствующего знака в зависимости от состояния $\Phi М$ /5,8/, т.е. происходит регистрация прохождения звезды [4]. В соответствующих про-

межутках времени /6,9/ открываются BC1 или BC2 и счетные импульсы поступают на счетчик СИ1 /6,9 - в заштрихованные отрезки/.

Средний момент меток должен быть связан со временем t , поэтому этот момент выделяется /ФК/ и в этот момент триггер управления TV2 переводится во второе состояние, открывается ДК2 /25/, на СИ2 поступают счетные импульсы до последующей полной секунды, т.е. измеряется отрезок времени от середины меток до полной секунды. Секундный импульс переводит TV2 обратно в начальное состояние. Последняя метка возвращает /ФК/ триггер TV1 в исходное состояние и дается разрешение МПУ печатать показания СИ1 и СИ2, т.е. $\sum \Delta t_i$ и Δt_c , а средний момент прохождения звезды равен $1 - \Delta t_c - \frac{1}{N} \sum \Delta t_i$.

В схему введен триггер Т6. Он может менять состояние только во время регистрации, если отсутствует сигнал от ФУ - только в том случае на всех входах соответствующего логического элемента "НЕ-И" имеется высокий потенциал. Состояние триггера Т6 фиксируется печатающим устройством.

На рис.5 сигнал /0,П,3/ представлен без помех и многократных выбросов. Легко убедиться, что при наличии многократных выбросов ничего не меняется, т.е. Т1 или Т2, Т3, TV1, Т6 меняют состояния только при первом выбросе соответствующего знака.

После перекладки инструмента необходимо обнаружить первую прозрачную щель, пропустить один контакт и начать регистрацию со следующего контакта / $\bar{N}$ на рис. 5 а /. Диаграммы потенциалов /рис.5/ после перекладки инструмента пунктирные, где они отличаются от соответствующих диаграмм до перекладки. Как уже было отмечено, триггеры Т1 и Т2 сохраняют такое же положение, какое они заняли во время регистрации до перекладки, а все остальные триггеры находятся в начальном состоянии. Поскольку в начале дорожки теперь имеется часть отражающей щели, то первым появляется сигнал на выходе 0 ФУ и соответственно первым срабатывает ТШ1. После замыкания ключа К /12 - $\bar{K}$ / на вход 18 триггера Т3 поступает отрицательный импульс /18/, но Т3 не меняет состояния,

поскольку триггер находится в начальном состоянии /на соответствующем выходе высокий потенциал/. ТЗ изменит свое состояние, если отрицательный импульс поступит на вход 17. В данном случае это произойдет при первом срабатывании ТИИ2, т.е. автоматически первой выбирается прозрачная щель.

Далее рассмотрим случай, когда при переходе от части отражающей щели на прозрачную /рис. 5 а - р/ нет многократных выбросов. Тогда при срабатывании ТИИ2 триггер ТЗ меняет состояние и остается в новом состоянии до следующего срабатывания ТИИ1 в начале отражающей щели /19/, когда ТЗ возвращается в исходное состояние и запускается моновибратор /19/, а в конце отражающей щели /Н - рис. 5 а/ и ТУ1 /20, 4, 21, 22/, т.е. дальше, все происходит так же, как до переключки.

Если на переходе от части отражающей на прозрачную щель /р - рис. 5 а/, имеются многократные выбросы, то достаточно того, что после первого выброса сигнала 0 последует выброс сигнала П, чтобы ТЗ два раза менял состояние и сработал моновибратор М. Правда, на вход Т4 отрицательный импульс не поступает после запуска моновибратора через время $T/4$. Следовательно, в этом случае прохождение звезды не будет зарегистрировано, поскольку при возвращении ТЗ в исходное состояние Т5 тоже возвращается в исходное состояние и повторный запуск моновибратора был бы не возможен /12/. Для устранения этого необходимо добавить еще одну логическую операцию, об одной части которой уже было сказано. Нужно обеспечить, чтобы Т4 не менял своего состояния, если задний фронт выходного импульса моновибратора М приходится на середину такого типа щели, какого типа щель была первой до переключки, но если моновибратор сработал и не последовало изменения состояния Т4, то необходим повторный запуск устройства, т.е. повторно вывести из начального состояния Т5. Эти операции выполняются с помощью двух логических элементов "И", имеющих один потенциальный и один динамический входы. Отрицательный импульс, соответствующий заднему фронту выходного импульса моновибратора подается на динамический вход элемента "И".

ческие входы и вызывает отрицательный импульс на выходах логических элементов "И" при наличии низкого потенциала на потенциальных входах.

Теперь, если в конце части отражающей щели (р) из-за многократных выбросов сработает моновибратор, то через время τ триггер Т4 не изменит своего состояния /высокий потенциал на выходе ПУ 4/, но произойдет повторный запуск Т5 /низкий потенциал на выходе ПУ 2/. После повторного запуска все происходит так, как до перекладки инструмента, и регистрация начинается в конце отражающей щели /Н/. И с этой точки зрения целесообразно выбрать $\tau = \frac{1}{2} M$.

Нами был рассмотрен конкретный пример работы устройства и выбрано определенное положение отверстия подвижной ширины. Нетрудно убедиться, что нормальная работа устройства обеспечивается при любом положении отверстия подвижной ширины. Во всех случаях, когда уменьшается число логических операций /определенное положение ширины, специальная решетка с определенным числом щелей, нет необходимости пропускать один контакт при малой постоянной времени входа фотоэлектрического усилителя/, логическая схема устройства упрощается.

§ 6. Автоматическое наведение инструмента на звезду

В § 1 предложено для точного наведения инструмента в начале и конце зеркальной решетки иметь по две широкие поперечные щели. Свет попадает на тот фотоумножитель, на щели которого появилось изображение звезды. На выходе усилителя, дающего разность сигналов ФЭУ, появится сигнал разбаланса /относительно нулевого выходного напряжения/. Чтобы выработать сигналы для логических схем, которые управляют механизмом точного наведения меток для регистрирующего устройства нужны два пороговых устройства - компараторы, пороги срабатывания которых находятся выше и ниже нулевого уровня. К компараторам относится класс устройств, для которых входной сигнал

U_1 связан с выходным сигналом U_2 соотношением

$$U_2(t) = \begin{cases} 0 \text{ (L)} & \text{при } U_1(t) \leq U_{1c} \\ 1 \text{ (H)} & \text{при } U_1(t) > U_{1c} \end{cases}$$

где L - сигнал, соответствующий нулевому логическому уровню, H - уровень сигнала, соответствующий единице логической функции. Таким образом, компараторы сигнализируют о превышении сигналом определенного уровня. Компараторами могут быть разные триггеры, дифференциальные усилители и так далее [13]. Пороги срабатывания U_{K1} , U_{K2} обоих компараторов должны быть на равном расстоянии от нулевого уровня /рис.6/. Так как наблюдаются звезды очень разной яркости, то целесообразно порог срабатывания компараторов во время наблюдений менять. Это уменьшит опасность ложных срабатываний устройства за счет шумов и попаданий на другие звезды,

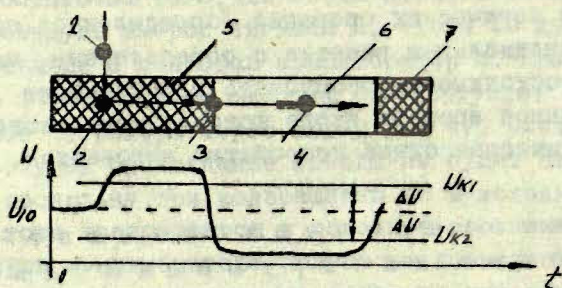


Рис.6. Сигнал на выходе усилителя разностного сигнала фотоумножителей. 1-2-3-4 передвижение изображения звезды. 5 и 6 широкие поперечные щели. 7 - первая окуляра щель.

которые одновременно могут находиться в поле зрения инструмента.

Чтобы такое устройство работало надежно, важны два условия: 1/ порог срабатывания пороговых устройств должен обладать достаточной стабильностью; 2/ выходной нулевой уровень усилителя разностного сигнала от обоих ФУУ должен оставаться постоянным с заданной точностью /во время одного сеанса наблюдений/. Это

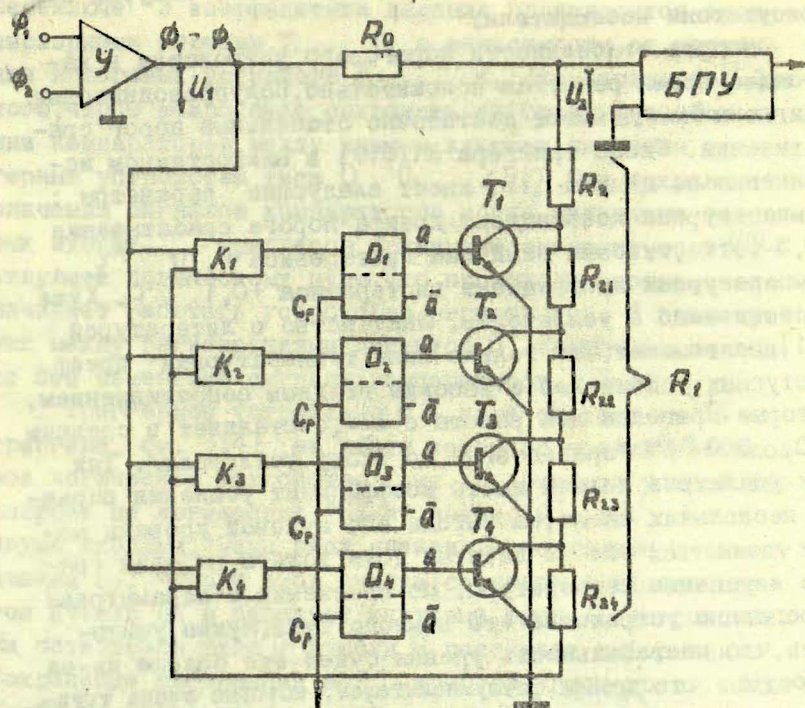


Рис.7. Устройство компенсации дрейфа усилителя.

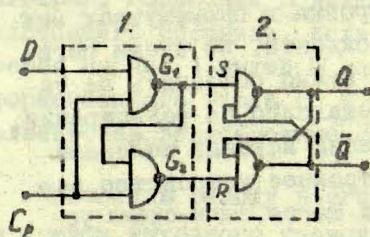


Рис.8. Триггерное устройство типа D
1 - входное устройство, 2 - RS-триггер.

C_r	D	Q	$\bar{Q}$
1	1	1	0
1	0	0	1
0	1	0	1
1	1	1	0

Таблица 2
Состояния триггерного устройства типа D.

требование особенно важно, если наблюдения ведутся без присутствия наблюдателя.

Вопрос стабильности порогового устройства в настоящее время решается положительно. Полупроводниковые триггеры Шмитта имеют достаточно стабильный порог срабатывания. Схема триггера К1ТШ191 в микросхемном исполнении по данным [11] имеет следующие параметры: температурный коэффициент дрейфа порога срабатывания $+0,3 \text{ мВ/}^{\circ}\text{C}$, типовая величина гистерезиса $0,10 \text{ мВ/}^{\circ}\text{C}$, температурный коэффициент гистерезиса $+0,1 \text{ мВ/}^{\circ}\text{C}$. Хуже обстоит дело с усилителем. Знакомство с литературой [11] показывает, что только лишь температурный дрейф доступных усилителей с высоким входным сопротивлением, которые пригодны для работы с ФЭУ, составляет в среднем $100...300 \text{ мВ/}^{\circ}\text{C}$ /приведенный ко входу усилителя/. Так как усилитель должен иметь коэффициент усиления порядка нескольких тысяч, на выходе его нулевой уровень может изменяться уже на десятые доли вольта на один градус изменения температуры. По сравнению с параметрами порогового устройства это намного хуже. Нужно учитывать, что нестабильность уровня будет еще больше из-за относительного дрейфа фотоумножителей, которые очень трудно подобрать с одинаковыми свойствами. Из вышеизложенного следует, что влияние дрейфа усилителя практически целесообразнее исключить автоматической компенсацией изменения выходного нулевого уровня в промежутках между регистрациями моментов прохождений. Во время регистраций, компенсирующее влияние нужно сохранить на таком уровне, на каком оно было незадолго до регистрации, ибо в противном случае компенсация исказит полезный сигнал. Нами предлагается электронное устройство, работающее по принципу дискретных шагов. Блок-схема устройства показана на рис. 7. Выходное напряжение U_1 усилителя $У$ разностного сигнала фотоэлектрической установки через делитель напряжения $R_0 R_1$, коэффициент деления которого можно менять, подается на вход блока пороговых устройств /БПУ/. Коэффициент деления меняется дискретными шагами в зависимости от того, на сколько отклоняется от нулевого уровня U_n напряжение U_1 .

Переключатель коэффициента деления производится транзисторными ключами $T_1 \dots T_4$ в зависимости от состояний пороговых устройств $K_1 \dots K_4$ /компараторов/. Для того, чтобы можно было сохранять информацию о состоянии компараторов, между ними и ключами включены триггерные устройства типа $D, D_1 \dots D_4$. Они сохраняют значения сигналов компараторов, когда сигнал на тактовых входах C_p -триггеров принимает значение, соответствующее логическому нулю. Это происходит тогда, когда начинает работать устройство регистрации. В промежутках между регистрациями моментов D -триггеры передают без изменений сигналы компараторов.

Триггерное устройство D - типа состоит из RS-триггера, см. [14], на входы которого подключено входное логическое устройство /рис.7/. Входное устройство состоит из логических "НЕ-И" ячеек [9], G_1, G_2 с двумя входами. Один вход ячейки G_2 подключен к выходу ячейки G_1 . Второй вход ячейки соединен с входом другой ячейки G_1 и образует тактовый вход C_p устройства. На оставшийся вход D ячейки G_1 поступает информация. Сохранение информации в RS-триггере происходит тогда /табл.2/, когда на входе C_p сигнал принимает значение 0 /на входах R и S сигнал принимает значение 1, а сигнал информационного входа не влияет на состояние триггера/. Подробнее о действии RS-триггера см. стр. 8 настоящего сборника. Если на входе C_p устройства имеется сигнал 1, выход Q устройства повторяет сигнал информационного входа D , в чем легко убедиться, проанализировав всевозможные состояния устройства /табл. 2/.

Проследим работу всего устройство для компенсации дрейфа выходного уровня усилителя при помощи рис. 9, где U_{10} и U_{20} - нулевые уровни напряжения на выходе усилителя и на входе блока пороговых устройств БПУ. На рисунке 9 отмечены пороги срабатывания компараторов /показаны только четыре $U_{K1}, U_{K2}, U_{K3}, U_{K4}$ /. В состоянии, когда сигнал U_i находится на уровне U_{10} компараторы K_3, K_4 уже имеют на выходе единичные сигналы /высокий потенциал Н/. Триггерные устройства повторяют

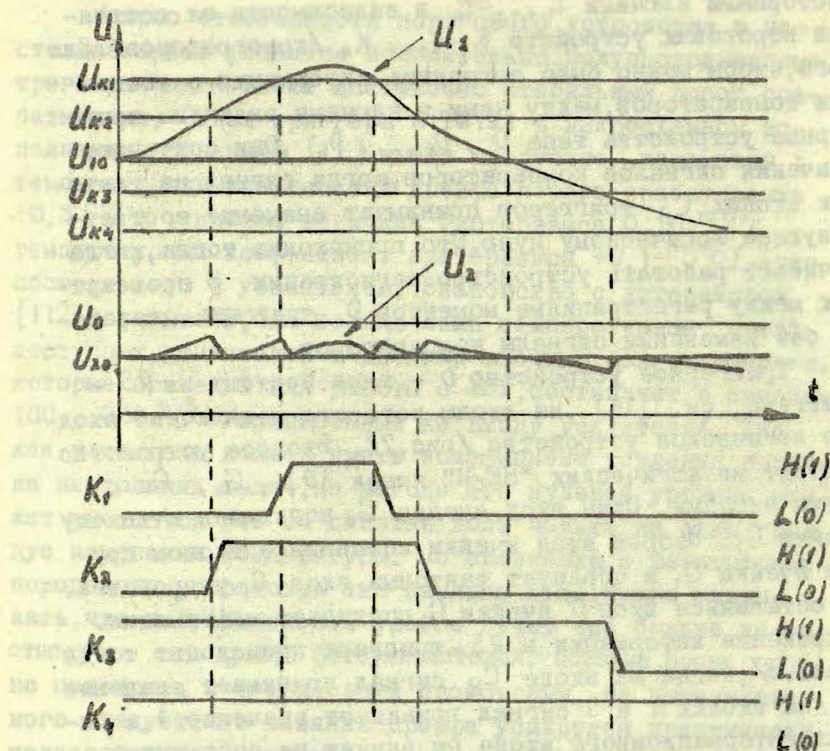


Рис.9. Работа устройства компенсации.

U_{10} , U_{20} — начальные уровни сигналов, U_1 — дрейф сигнала усилителя, U_2 — дрейф после компенсации, U_0 — уровень срабатывания первого порогового устройства. K_i — изменение состояний компараторов.

эти состояния и приводят транзисторы T_3 T_4 в насыщение, вследствие чего резисторы R_{25} и R_{24} делителя соединяются. Такое состояние соответствует среднему коэффициенту деления K_0 делителя, который равен

$$K_0 = \frac{R_2 + R_{21} + R_{22}}{R_0 + (R_2 + R_{21} + R_{22})}$$

При возрастании U_1 U_2 тоже растет пока U_1 не достигнет уровня компаратора U_{K2} . После этого срабатывает K_2 и приводит T_2 в насыщение и коэффициент деления скачкообразно изменяется и принимает новое значение

$$K_2 = \frac{R_2 + R_{21}}{R_0 + (R_2 + R_{21})}$$

которое меньше предыдущего K_0 .

Таким же образом регулировка происходит дальше при изменении U_1 . Колебания напряжения на входе пороговых устройств не превышают заданную величину ΔU_2 , которая зависит от разности уровней компараторов $K_1, \dots, K_4$. Если ΔU_2 должно принимать малое значение, тогда число компараторов должно быть соответственно увеличено. Таким образом ΔU_2 можно сделать меньше, чем наименьший уровень срабатывания U_0 пороговых устройств в блоке БПЧ.

Л и т е р а т у р а

1. Штейнс К.А. Уч.зап.Латв.гос.унив., том 121, вып.4,3, 1969.
2. Штейнс К.А. и Каупуш Э.Н. Уч.зап.Латв.гос.унив., том 96, вып.3,79, 1967.
3. Штейнс К.А. и Огриньш М.П. Уч.зап.Латв.гос.унив., том 148, вып.6,3, 1971.
4. Огриньш М.П. Уч.зап.Латв.гос.унив., том 169,3, 1972.
5. Штейнс К.А. и Иванов А.В. Уч.зап.Латв.гос.унив., том 169,30, 1972.
6. Штейнс К.А. и Каупуш Э.Н. Уч.зап.Латв.гос.унив., том 96, вып.3,97, 1967.
7. Штейнс К.А. и Калнинь Р.К. Астр.ж. АН СССР, том 46, вып.3, 1969.
8. Калнинь Р.К. Уч.зап.Латв.гос.унив., том 121, вып.4, 11, 1969.
9. Иванов А.В. См.стр. 3 настоящего сборника.
10. Огриньш М.П. См.стр. 62 настоящего сборника.
11. Робинсон Д. Триггер Шмитта с диодной связью.Электроника, том 37, № 31, 1964.Русский перевод.
12. Гальперин М.В. и др.Транзисторные усилители постоянного тока. "Энергия", М. 78-98, 1972.
13. Kley A. Schnelle und genaue Komparatoren mit Transistoren. Internationale Elektronische Rundschau 21 Jahrgang, II.1. 1967.
14. Bistabile Kippstufen.Arbeitsblatt Nr.47, Elektronik, Hefte 5 und 6, 1970.

К. А. Ш т е й н с

М. П. О г р и н ь ш

А. В. И в а н о в

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПЕРЕДВИЖНОЙ ДОРОЖКИ ПРИ
НАБЛЮДЕНИИ ПРОХОЖДЕНИЯ ЗВЕЗД

При автоматическом определении среднего момента методом учета случайных выбросов используется следующее свойство. Если целая часть длины отверстия экрана в единицах длины поперечных щелей есть четное число, то в отверстии видно на один край щели больше в случае если на концах имеются щели противоположного типа. Учитывая также, что звезда обнаруживается тем более увереннее, чем часть щели в начале дорожки больше, показано, что оптимальная длина дорожки содержит целое число длин поперечных щелей. При оптимальной длине отверстия в худшем случае теряется примерно 0,5 звездных величин.

Предложена функциональная электронная схема автоматического прибора, дающего возможность определять средние моменты прохождения звезд при применении передвижных решеток, притом с пропусканьем и без пропуска регистрации первого контакта. Предлагаются также стационарные решетки, помещенные между двумя призмами и имеющие по две широкие поперечные щели в начале и конце дорожки. Широкие поперечные щели необходимы для автоматического установления пассажного инструмента по зенитному расстоянию; для соответствующего электронного устройства дана схема, которая автоматически устанавливает нулевой уровень регистрирующего устройства перед очередной регистрацией.

Иллюстр.: 7, табл.: 2, библиогр.: 14 наев.

K o p s a v i l k u m s

K. Š t e i n s

M. O g r i ņ ū s

A. I v a n o v s

KUSTĪGA EKRĀNA IZMANTOŠANA ZVAIGŽŅU TRANZĪTMOMENTU
NOTEIKŠANĀ

Automātiski nosakot vidējo momentu ar gadījuma izsītienu reģistrēšanas metodi, tiek izmantota sekojoša īpašība. Ja ekrāna izgriezuma garuma veselā daļa (režģa spraugu garuma vienībās) ir pāru skaits, tad izgriezumā redzamo spraugu malu skaits ir par vienu lielāks, ja galos ir pretēju tipu spraugas. Ņemot vērā, ka zvaigzne tiek jo drošāk atrasta, jo spraugas daļa celiņa sākumā lielāka, parādīts, ka optimālais celiņa garums ir vienāds ar veselu skaitu spraugu garumu. Pie optimālā izgriezuma garuma sliktākā gadījumā zūd apmēram 0,5 zvaigžņu lieluma.

Dota automatiska iekārta, kas dod iespēju noteikt vidējos zvaigžņu tranzītmomentus, pielietojot kustīgu ekrānu un izslaižot vai arī neizslaižot pirmo kontaktu funkcionālā shēma. Apskatīti arī stacionāri režģi, kas novietoti starp divām prizmām un kuriem galos ir pa divām platām spraugām. Platās spraugas nepieciešamas automātiskai pašāžinstrumenta zenītdistances iestādīšanai. Dota mezgla shēma automātiskai nulles līmeņa iestādīšanai reģistrējošai iekārtai pirms kārtējās reģistrācijas.

Summary

K. Šteina
M. Ogrigá
A. Ivanova

ON USING A MOVABLE TRACK IN OBSERVATIONS ON STAR TRANSITMOMENTS

The following property is used in automatic determination of the mean transitmoments by taking into account random ejections. One more edge of the slit is seen through the screen hole, if slits of different types are situated at the ends and the entire part of the hole length in the screen (in units of the slit length) is an even number. It is shown that the optimum length of the track contains a whole number of the slit lengths on the condition that the star can be detected the more safely, the larger the part of the slit at the beginning of the track. Approximately 0,5 of the star magnitude is lost at the optimum length at the worst.

A functional circuit of the automatic device is suggested. It allows to determine the mean transit moments of the star, using a movable screen, besides the first contact can be omitted or not. A stationary grating with two broad slits at the ends of the track placed between two prisms is also suggested. The broad slits are necessary for automatic setting of the transit instrument at a zenith distance. The circuit of the block is given for automatic setting of the recording device on the zero level before the observation next in turn.

УДК 522.62:681.142.644.6
и 529.781

К. А. Ш т е й н с
П. П. Р о з е н б е р г

ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИСПЕРСИИ СРЕДНИХ МОМЕНТОВ ПРОХОЖДЕНИЯ ЗВЕЗД

§ 1. П р и н ц и п д е й с т в и я у с т р о й с т в а

М.П.Огриньш [1] разработал устройство для определения средних моментов прохождения звезд через зеркальные решетки методом учета случайных выбросов. При помощи этого устройства автоматически определяются средние моменты, но без переделки устройства не возможно определить или получить необходимую информацию для определения ошибок средних моментов. В настоящей статье предлагается дополнительная конструкция к устройству М.П.Огриньша, которая оценивает точность средних моментов. Необходимость оценки точности средних моментов в последнее время возросла. К.А.Штейнс и Р.К.Калнинь [2] применили теорию случайных выбросов в оценке точности средних моментов, полученных методом учета выбросов случайных процессов. При оценке они учли влияние дрожания изображения звезд, постоянную времени усилителя и склонение наблюдаемой звезды. Оказывается, что по ошибкам моментов прохождения звезд можно судить об оптической нестабильности атмосферы во время наблюдения.

Разработанное М.П.Огриньшом устройство для определения среднего из моментов пересечения кривой тока оси времени можно применить, если изображение звезды

перемещается по визирной зеркальной решетке, т.е. если кривая является суммой периодической кривой /почти синусоида/ и мелких случайных дрожаний /см.рис.1/. Вследствие наличия дрожаний в окрестностях точек пересечения периодической кривой возникают многократные пересечения. При помощи меток, которые генерируются примерно в моменты максимальной амплитуды, окрестности точек пересечений периодической кривой оси времени отделяются. В интервале между двумя метками вследствие симмет-

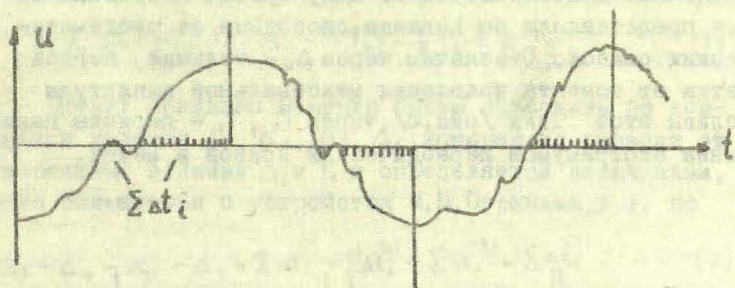


Рис. 1. Периодический сигнал от звезды, искаженный случайными помехами, метки и счетные импульсы.

рии кривой относительно идеальной точки пересечения средний момент получается, если сумму длительностей выбросов одного знака $\sum \Delta t_i$ сложить с моментом появления метки, находящейся в начале интервала. Для получения среднего момента следует суммировать все моменты времени меток и все суммы $\sum \Delta t_i$ длительностей и взять среднее арифметическое. Среднее арифметическое моментов появлений меток можно получить непосредственно на часах, следовательно, следует только суммировать длительности выбросов одного знака между последующими метками, что и делается устройством, построенным М.П.Огриньшом. Длительности представляются мет-

ками, которые подаются по двум каналам на счетчик импульсов. В дальнейшем будем предполагать, что в нашем распоряжении имеются два канала, на выходах которых поочередно появляются напряжения меток, представляющие длительности одного знака в соответствующих интервалах между метками.

Рассмотрим вопрос о том, как по длительностям выбросов одного знака $\sum \Delta t_i$ для отдельных интервалов между метками можно оценить точность среднего значения момента прохождения. Если бы метки генерировались точно в моменты максимальных амплитуд, то отличие наблюдаемых длительностей от полупериода появления меток представляли бы невязки, свободные от систематических ошибок. Обозначим через Δ_0 — отличие первой метки от момента появления максимальной амплитуды вблизи этой метки /рис.2/, через T_0 , T_1 — периоды появления экстремумов периодической кривой и меток.

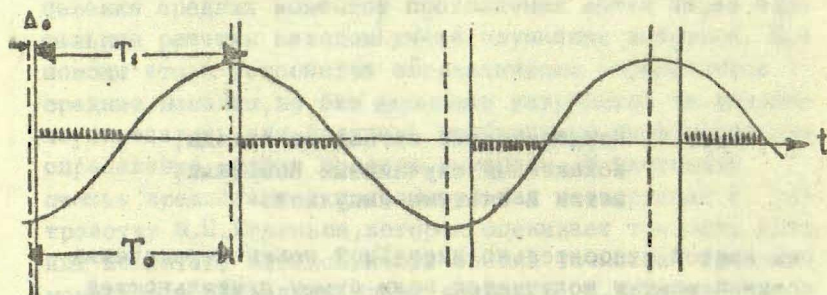


Рис. 2. Периодический сигнал и сдвиг меток.

Непрерывная кривая представляет невозмущенный сигнал, вертикальные прерывистые прямые представляют идеальные положения меток с периодом T_0 , непрерывные вертикальные прямые представляют реальные метки с периодом повторения T_1 . Положительный выброс между первыми двумя метками будем оценивать следующей невязкой $\sum \Delta t_i^{(n)} + \Delta_0 - \frac{1}{2} T_0 = \Delta_1$, (1a)

а отрицательный - этой же самой величиной только противоположного знака. Невязка следующего, т.е. отрицательного выброса, равна

$$\sum \Delta t_i^{(2)} + (T_1 + \Delta_c - T_c) - \frac{T_c}{2} = \Delta_2, \quad (1\delta)$$

Невязка третьего выброса равна

$$\sum \Delta t_i^{(3)} + (2T_1 + \Delta_c - 2T_c) - \frac{1}{2}T_c = \Delta_3, \quad (1\delta)$$

а четвертого -

$$\sum \Delta t_i^{(4)} + (3T_1 + \Delta_c - 3T_c) - \frac{1}{2}T_c = \Delta_4 \quad (1\epsilon)$$

Оценку среднего момента будем проводить по комбинации невязок $\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3, \Delta_4$, которая не зависит от неизвестных величин Δ_c и T_c и определяется величинами, легко снимаемыми с устройства М.П.Огриньша, т.е. по

$$\Delta_1 + \Delta_4 - \Delta_2 - \Delta_3 = \sum \Delta t_i^{(1)} + \sum \Delta t_i^{(4)} - \sum \Delta t_i^{(3)} - \sum \Delta t_i^{(2)} \quad (2)$$

Отметим, что при наблюдениях вне нормального режима не искажется равенство (1), что можно непосредственно увидеть из рис.3. Через Δ_i^0 обозначены поправки из-за отклонения от нормального режима.

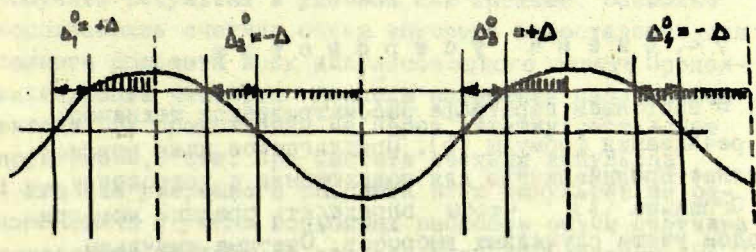


Рис. 3. К регистрации вне нормального режима.

Следовательно, что

$$\Delta_1 + \Delta_4 - \Delta_2 - \Delta_3 = \sum \Delta t_i^{(1')} + \Delta + \sum \Delta t_i^{(4')} - \Delta - \sum \Delta t_i^{(3')} - \Delta - \sum \Delta t_i^{(2')} + \Delta = \sum \Delta t_i^{(1')} + \sum \Delta t_i^{(4')} - \sum \Delta t_i^{(3')} - \sum \Delta t_i^{(2')}.$$

Средний момент определяется формулой [1] :

$$t_{cp} = t_0 - \frac{1}{4} (\sum \Delta t_i^{(1)} + \sum \Delta t_i^{(2)} + \sum \Delta t_i^{(3)} + \sum \Delta t_i^{(4)}), \quad (3)$$

где t_0 — средний момент из всех меток. В формулах (1а-1з) величины Δ_0 , T_0 , T_i не являются случайными, а Δ_1 , Δ_2 , Δ_3 , Δ_4 являются случайными величинами. Следовательно, $\sum \Delta t_i^{(1)}$, $\sum \Delta t_i^{(2)}$, $\sum \Delta t_i^{(3)}$ и $\sum \Delta t_i^{(4)}$ также являются случайными величинами с той же дисперсией, как Δ_i , соответственно. Следовательно, истинной ошибкой t_{cp} является

$$\frac{1}{4} (\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 + \Delta_4). \quad (4)$$

Полученные нами формулы имеют место также при любом n , если $N = 4n$. При достаточно большом количестве меток N , например при $N = 24$, любая алгебраическая сумма истинных ошибок /например (2) или (4) / оценивается дисперсией

$$(\Delta_1 + \Delta_4 - \Delta_3 - \Delta_2 + \dots)^2 = (\sum \Delta t_i^{(1)} + \sum \Delta t_i^{(4)} - \sum \Delta t_i^{(3)} - \sum \Delta t_i^{(2)} + \dots)^2 = \sum_{i=1}^N \Delta_i^2 = N \sigma^2 \quad (5)$$

где N — число использованных меток. Вспомогательное устройство определяет σ по формуле (5).

§ 2. С х е м а у с т р о й с т в а

В настоящем параграфе рассматривается техническая реализация формулы (5). Предлагаемое нами приспособление предназначено для подключения к устройству М.П.Огриньша [1], чтобы определить средние моменты методом учета случайных выбросов. Счетные импульсы частотой в 1 кГц, идущие в устройстве Огриньша к счетчику импульсов, поступают также на вход реверсивного счетчика импульсов РС [4] нашего устройства. Направление счета этого счетчика задается двумя управляющими

триггерами T_1 и T_2 . Потенциалы управления снимаются с обоих выходов триггера T_2 и поступают на управляющие входы $\overline{I}$ и $\overline{II}$ РС /см.рис.4/. Если на вход $\overline{I}$ счетчика подан высокий потенциал, а на вход $\overline{II}$ - низкий, то счет ведется в прямом направлении, при противоположных потенциалах - в обратном. Исходное состояние T_1 и T_2 выбрано таким, что счет до появления первой метки /от формирователя меток в устройстве Огриньша/ идет в прямом направлении. Первая метка, поступая на счетный вход T_1 , опрокидывает оба триггера и меняет направление счета на обратное. Вторая метка состояния T_2 не меняет, а третья вновь открывает счет в прямом направлении. Обозначим пакеты счетных импульсов, поступающие на вход счетчика, римскими цифрами в порядке их следования и обратим внимание на то, что первая метка следует после $\overline{I}$ пакета импульсов. Высокий потенциал на выходе триггера обозначим через 1, а низкий - через 0. Из таблицы 1 легко увидеть, что счет пакетов импульсов ведется по схеме $\overline{I} - \overline{II} - \overline{III} - \overline{IV} - \overline{V} - \overline{VI} - \overline{VII} + \overline{VIII} \dots$ и т.д. Состояние T_2 1 - 0 означает счет в прямом, 0 - 1 - в обратном направлении. Так подсчитываются импульсы всех 4 пакетов, а результат печатается на бумажной ленте серийным малогабаритным печатающим устройством МПУ 16-2. В нашем приспособлении реверсивный счетчик ведет счет в десятичной системе, что само по себе не имеет принципиального значения. Это лишь позволяет получить результат в удобной нам системе. Возможно использовать счетчик, объем которого недостаточен для полного подсчета всех импульсов одного пакета. Продолжительность четверти периода наивысшей наблюдаемой звезды при прохождении ее через решетку составляет примерно 2,5 сек. При частоте счетных импульсов 1 кГц для уверенного подсчета всех импульсов из одного пакета с учетом возможных выбросов объем счетчика должен был бы быть по крайней мере 2500 единиц. Но подсчитывать все импульсы нет надобности. Объем счетчика должен быть достаточен лишь для того, чтобы вместить остаток, характеризующий ошибку, а последняя на практике гораздо меньше четверти периода звезды.

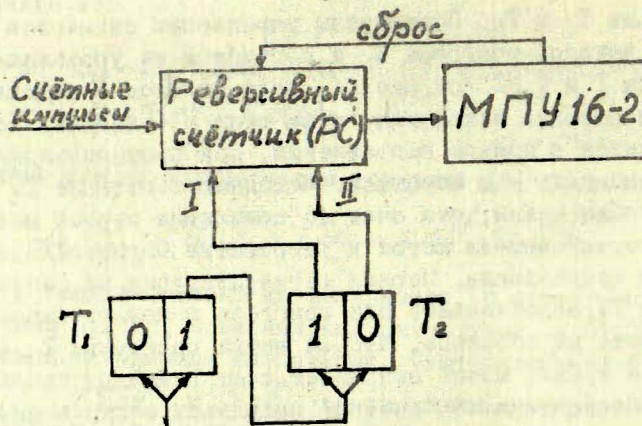


Рис. 4.

Т а б л и ц а 1

№ пакета	1	П	Ш	У	У	У1	УП	УШ	IX	X	X1	XP
T_1	01	10	01	10	01	10	01	10	01	10	01	10
T_2	10	01	01	10	10	01	01	10	10	01	01	10

Поэтому емкость счетчика выбрана в 999 единиц, т.е. он имеет 3 десятичные декады. Подсчитывая число импульсов одного пакета, превосходящее 999, счетчик начинает счет с нуля несколько раз. Следует отметить, что в двоичной системе реверсивный счетчик несколько упрощается, но при выводе информации печатающее устройство должно иметь большее число знаков и к тому же затруднено чтение результата.

Принципиальную схему реверсивного счетчика можно найти в [4], а схему, по которой выполнены входящие в него триггеры, в [5].

Л и т е р а т у р а

1. Огриньш М.П. Уч. зап. Латв. гос. унив., том 169, 3, 1972.
2. Штейнс К.А. Уч. зап. Латв. гос. унив., том 148, вып. 6, 29, 1971.
3. Калнинь Р.К. Уч. зап. Латв. гос. унив., том 148, вып. 6, 12, 1971.
4. Radio Fernsehen Elektronik т.16, 540, 1971.
5. Funktechnik т.9, 343, 1972.

Р е з ю м е

К. А. Ш т е и н с

П. П. Р о в е н б е р г

ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИСПЕРСИИ СРЕДНИХ МОМЕНТОВ ПРОХОЖДЕНИЯ ЗВЕЗД

Показано, что суммируя в определенном порядке выбросы одного знака между метками можно получить сумму невязок, происходящих от наложения флуктуаций на периодический сигнал. При суммировании выброс между нулевой и первой метками в сумму входит со своим знаком, у второго и третьего знак меняется на противоположный, четвертый со своим знаком и т.д. Указанный порядок суммирования исключает ошибку нуля пункта и сплывания меток

„ошибку отступления от нормального режима. Суммирование происходит на реверсивном счетчике импульсов. Порядок суммирования автоматически регулируется двумя триггерами.

Иллюстр.: 4, табл.: 1, библиогр.: 5 назв.

К о р а а в и л к у м а

K. Š t e i n s

P. R o z e n b e r g a

PALĪGIERĪCE VIDĒJĀ ZVAIGŽĻU TRANZĪTMOMENTA

DISPERSĪJAS APRĒĶINĀŠANAI

Pierādīts, ka, summējot noteiktā kārtībā vienas zīmes izsitienus starp atbalsta impulsiem, var iegūt nesaites periodiskam signālam ar fluktuācijām. Summējot, izsitienam starp multo un pirmo atbalsta impulsu, zīme nav jāmaina, izsitienā starp pirmo, otro un trešo atbalsta impulsu zīmes jāmaina uz pretējām, izsitienam starp trešo un ceturto atbalsta impulsu zīme nav jāmaina utt. Norādītais summēšanas likums izslēdz nul punkta kļūdu, impulsa nobīdes un izvirzē no normālā režīma iespaidus. Summēšana tiek realizēta uz reversēva impulsa skaitlītāja, ko automātiski regulē divi triģeri.

Summary

K. Šteins

P. Rozenbergs

DEVICE FOR DETERMINATION OF ERROR OF THE
MEAN STAR TRANSIT MOMENTS

It is shown that by summation of lengths of positive or negative ejections between two following reference impulses we can obtain the sum of residuals in the problem of sine wave plus random noise. At the summation the ejection between the zero and the first reference impulses must retain its sign, the ejections between the first and second and between the second and third reference impulses get opposite signs, the one between the third and fourth reference impulses - the same sign again and so on. Such a summation eliminates the zero point error, the deviation from the normal state and the errors of intervals of reference impulses. The summation is being performed with a reversible impulses counter. The order of summation is being regulated automatically by two triggers.

УДК 522.98

М. П. О г р и н ь ш

О НАСТРОЙКЕ ГЕНЕРАТОРА МЕТОК УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СРЕДНЕГО МОМЕНТА ПРОХОЖДЕНИЯ ЗВЕЗД

При автоматическом определении среднего момента прохождения звезды предложенным нами устройством [1, 2] в зависимости от склонения δ должны формироваться метки с соответствующим периодом M . Для этого должен быть настроен генератор переменной частоты формирования меток [2]. Настройка частоты генератора может быть осуществлена или непосредственно наблюдателем или автоматически. Если настройку генератора выполняет наблюдатель, то дополнительно не нагружается ось пассажного инструмента, но ручная настройка требует дополнительного времени и труда, что нежелательно, так как наблюдатель во время наблюдений очень загружен. Кроме того, ручная настройка может быть выполнена только приближенно, т.е. по предварительным данным для δ . Правда, эти данные все же достаточно точные для выполнения условий выбора M [2]. При автоматической настройке эта операция не требует дополнительного времени и настройка проводится со значением δ , на которое установлена труба. При автоматической настройке, если пользоваться сельсинной системой передачи угла поворота, дополнительно нагружается ось пассажного инструмента. Влияние этой нагрузки нужно по возможности уменьшить подбором места устройства на инструменте. Применяя генератор переменной частоты, синусоидальный сигнал преобразуется в прямоугольный и дальше частота следования делится делителем, состоя-

щим из последовательно соединенных триггеров. В этом случае коэффициент деления делителя постоянный. При применении генератора переменной частоты, на стабильность частоты генерированных колебаний налагаются очень жесткие условия [2], правда, такая стабильность нужна лишь на время регистрации. К тому же необходимо периодически контролировать частоту. Этот вопрос также можно решить, выбирая постоянной частоту синусоидального сигнала, но меняя коэффициент деления делителя K . В этом случае также возможен как ручной, так и автоматический выбор K , т.е. настройка генератора меток. Для автоматического выбора K можно применить фотоэлектрический преобразователь угол - код [3,4], но из-за зависимости $M = M_{\text{сч}} \cos \delta$ он получается довольно сложным. Поскольку допускается установление M в некотором интервале значений [2], то удобнее установить значение K по предварительным данным для δ , особенно при автоматизированных наблюдениях, когда значение K задается в программе. Далее описываются два варианта настройки периода меток.

§ 1. Применение генератора переменной частоты

Рассмотрим автоматическую настройку частоты генератора сельсинной системой передачи угла поворота. Для передачи угла поворота пассажного инструмента использованы сельсинны типа СС - 404 совместно с зубчатой передачей в целях повышения точности передачи угла поворота.

На рис.1 дана схема устройства автоматической настройки частоты генератора формирования меток. На рисунке изображен только сельсин, настраивающий конденсатор переменной емкости /КПЕ/. Этот сельсин электрически связан непосредственно со вторым сельсином, который зубчатой передачей связан с осью пассажного инструмента. Сельсин, изображенный на рис.1, посредством зубчатой передачи вращает диск специальной формы. При вращении диск передвигает стержень,

который в свою очередь вращает ротор переменного двух-секционного конденсатора. Этот конденсатор входит в обратную цепь RC генератора [2].

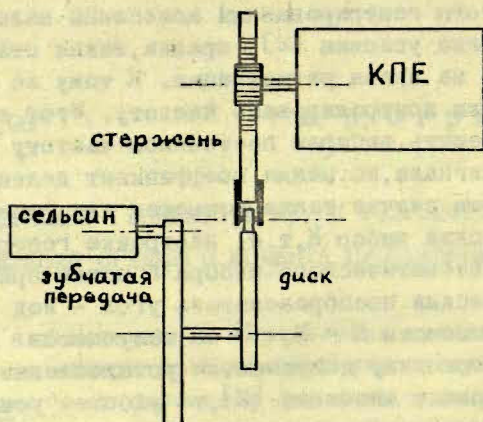


Рис. 1.

Частота генерируемых колебаний обратно пропорциональна емкости конденсаторов, а период меток M , таким образом, прямо пропорционален емкости конденсаторов в обратной цепи [2].

Система передачи угла и механический преобразователь /диск, стержень/ должны обеспечить установление емкости конденсаторов пропорционально секансу угла наклона пассажного инструмента. Сельсинная система поворачивает диск специальной формы на угол $\varphi(\varphi \sim \delta)$. Диск должен иметь такую форму, чтобы при определенном δ была установлена емкость конденсаторов $C \sim \sec \delta$, где C — общая емкость определяющая частоту генерируемых колебаний.

Таким образом, форма диска зависит от вида функции $C_n = f(\alpha)$, где α — угол поворота ротора переменного конденсатора, а C_n — емкость переменного конденсатора. От формы диска зависит изменение дополнительной нагрузки на ось инструмента в зависимости от δ . Чтобы

получить более равномерную дополнительную нагрузку на ось инструмента с изменением δ и простую форму диска, была изменена форма пластин ротора переменного конденсатора так, что общая емкость переменного конденсатора с параллельно включенной емкостью в обратной цепи RC генератора была бы пропорциональна секансу угла поворота ротора конденсатора α .

При настройке RC генератора с таким переменным конденсатором период меток $M \sim \sec \alpha$. На рис. 2 даны результаты экспериментального определения зависимости M от смещения стержня, вращающего ротор конденсатора $l \sim \alpha$. Для сравнения дается на рис. 2 кривая $M = T_c \sec p l$. T_c равно 1,437 сек /М для экваториальной звезды в установке А0 ЛГУ/, а p — коэффициент, позволя-

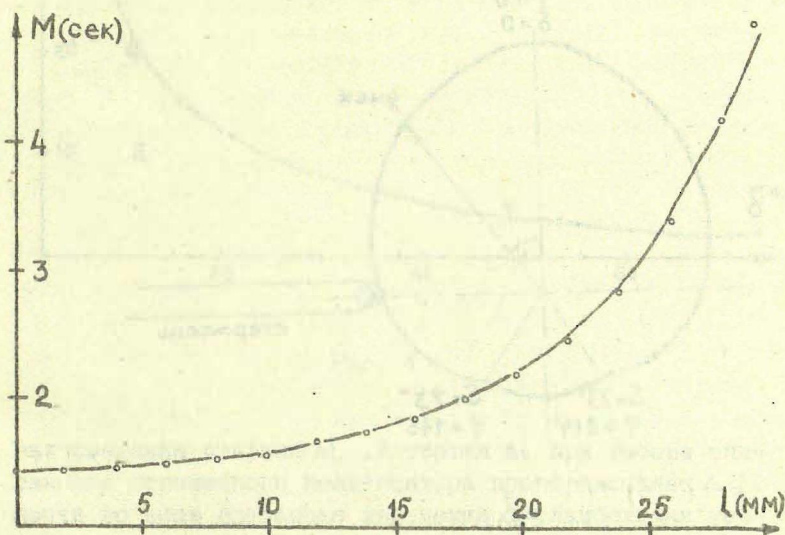


Рис. 2.

ющий согласовать шкалы. На рис. 2 r выбран таким, что значение $l = 29$ мм соответствует аргументу секанса 73° . Точками отмечены результаты измерений.

Если выбрана такая форма пластин ротора конденсатора, то дальше можно определить приближенную форму диска. Диск должен быть симметричным относительно переменного радиуса, соответствующего значению $\delta = 0$, а его форма такая, что длина переменного радиуса $R = R_0 - r\varphi$, где R_0 — значение радиуса при δ и $\varphi = 0$, а r — постоянная величина, зависящая от параметров передач.

На рис. 3 изображена форма диска. Она несколько отличается от расчетной, поскольку по расчетной линии должен перемещаться центр ролика, находящегося в конце стержня. Окончательная форма диска подгоняется экспериментально.

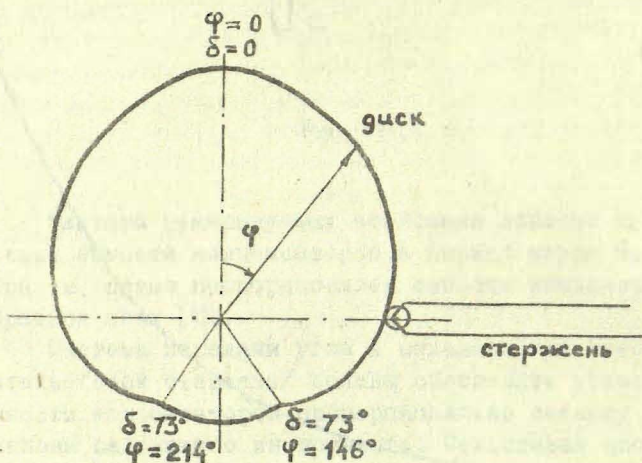


Рис. 3.

В интервале φ от 146° до 214° звезды не наблюдаются. Этот интервал соответствует значениям δ от 73°

Оценим, с какой точностью должен поворачиваться диск. Очевидно, это будет зависеть от δ . Определенный интервал $\Delta\varphi$ в районе δ от 0° до 73° соответствует определенному интервалу значений M . На рис. 4 дается интервал $\Delta\varphi$, соответствующий 4% M в зависимости от δ . С такой точностью должно быть установлено значение M [1, 2]. Интервалу $0,04 M$ также соответствует интер-

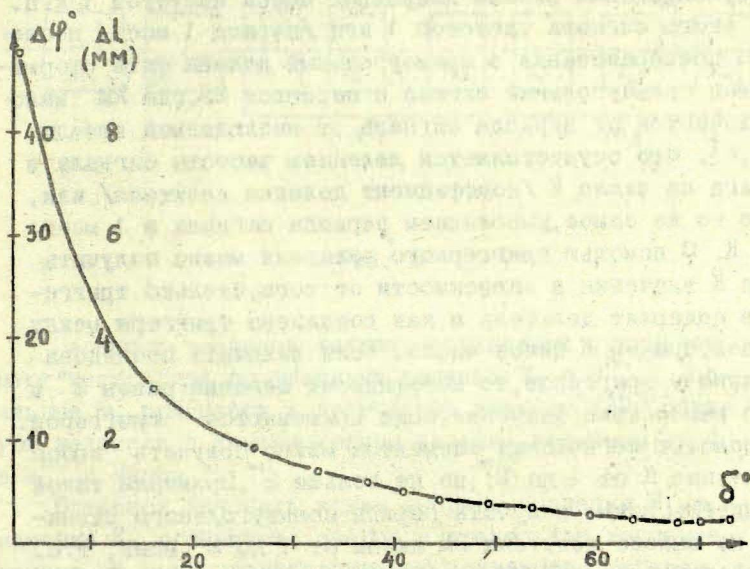


Рис. 4

вал смещения стержня Δl . Интервал Δl при выборе описанного переменного конденсатора пропорционален $\Delta\varphi$ почти во всем диапазоне изменения δ . Наибольшая точность поворота диска необходима при больших δ / 70° /, где допустимая погрешность поворота диска составляет $\pm 2^\circ$.

§ 2. Применение делителя с переменным коэффициентом деления

При формировании меток с помощью делителя с переменным коэффициентом деления на вход делителя подается сигнал постоянной стабильной частоты. Был использован синусоидальный сигнал кварцевых часов частотой 1 кГц. Из этого сигнала частотой 1 кГц /период 1 мсек/ после его преобразования в прямоугольный должен быть сформирован прямоугольный сигнал с периодом $2M$, где $2M$ мало отличается от периода сигнала от наблюдаемой звезды [1,2]. Это осуществляется делением частоты сигнала в 1 кГц на число K /коэффициент деления делителя/ или, что то же самое, умножением периода сигнала в 1 мсек на K . С помощью триггерного делителя можно получить для K значения в зависимости от того, сколько триггеров содержит делитель и как соединены триггеры между собой, причем K целое число. Если включить последовательно m триггеров, то коэффициент деления равен 2^m и это наибольшее значение, если применяются триггеры. С помощью логических элементов можно получить любое значение K от 1 до 2^m , но не больше 2^m . Применяя такой делитель, можно получать период прямоугольного сигнала на выходе делителя $2M$ любыми от 1 до 2^m мсек, т.е. придавать периоду $2M$ значения, кратные 1 мсек. Поскольку метод регистрации [1,2] допускает некоторое отклонение M от полупериода сигнала от звезды [2], то целесообразно выбрать шаг дискретных значений M не 1 мсек, а больше, так как это упрощает конструкцию делителя. С этой целью выберем $K = K_1 K_2$, где K_1 — постоянное число, а K_2 можно придать дискретные значения $1, 2, \dots, K_{2\max}$. В таком случае M можно будет придать значения, кратные K_1 мсек. То, что выбрано $K = K_1 K_2$, означает, что в делителе можно выделить два последовательно соединенных делителя, один с постоянным коэффициентом деления $/K_1/$, а второй с переменным $/K_2/$. На рис. 5 схематически изображен такой делитель, состоящий из m

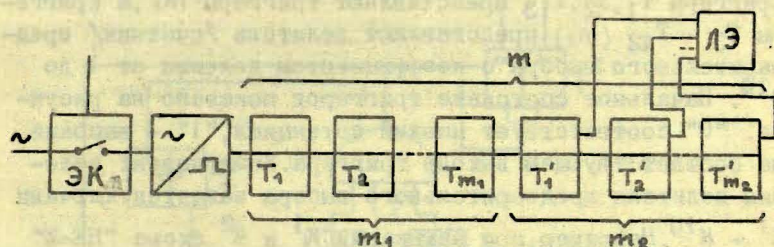


Рис. 5

Первые m_1 последовательно соединенных триггеров имеют постоянный коэффициент деления $K_1 = 2^{m_1}$, а остальные m_2 триггеров и логический элемент /ЛЭ/ образуют делитель с коэффициентом деления, меняемым от 1 до 2^{m_2} с шагом 1.

Остается выяснить, каким выбрать значения K_1 и K_2 . Значение K_1 ограничено сверху и предельное значение зависит от числа регистрируемых контактов. Выберем $K_1 = 8$, что вполне удовлетворяет условиям, если $n = 12$ [2], поскольку шаг 8 мсек для М обеспечивает установление значений М с относительной погрешностью 0,5% для экваториальных звезд $/T_0 = 1,437 \text{ сек/}$ и 0,15% для звезд с $\delta = 73^\circ / T \approx 5 \text{ сек/}$. Максимальный необходимый коэффициент деления $K_{\max} = K_1 K_{2\max}$ зависит от того, с каким наибольшим δ наблюдаются звезды. В АО МГУ наблюдаются звезды до $\delta = 73^\circ$, что соответствует $T \approx 5 \text{ сек}$, поэтому делитель должен обеспечить максимальное значение $M = 5 \text{ сек} / K_{\max} = 5000 /$, а $K_{2\max} = \frac{5000}{8} = 625$. Так как максимальный коэффициент делителя, состоящего из m_2 триггеров $K_{2\max} = 2^{m_2}$, то m_2 вы-

берем из соотношения $2^{m_2} \gg 6 \times 5 > 2^{m_2-1}$. Отсюда получаем, что $m_2 = 10$, а весь делитель должен содержать 13 триггеров.

На рис. 6 дается функциональная схема делителя. Триггеры T_1, T_2, T_{13} представляют триггеры m_1 , а триггеры $T_3 - T_{12}$ (m_2) представляют делитель /счетчик/ предварительного выбора с коэффициентом деления от 1 до 2^{10} . Начальное состояние триггеров показано на рисунке. "0" соответствует низкий потенциал, "1" - высокий на соответствующем выходе триггера. Коэффициент деления делителя предварительного выбора задается ключами $K^1 - K^{10}$. Например, при замкании K^1 и K^2 схема "НЕ-И" имеет два входа, остальные 8 входов отключены. Схема "НЕ-И" срабатывает, т.е. дает низкий потенциал на выходе, если на всех входах имеется высокий потенциал. В данном случае после третьего отрицательного импульса на счетном входе триггера T_3 , на подключенных входах схемы "НЕ-И" будут высокие потенциалы. Отрицательный импульс на выходе схемы "НЕ-И" запускает моновибратор M_1 , который через схему "НЕ-ИЛИ" устанавливает триггеры $T_3 - T_{12}$ в исходное состояние, т.е. в данном случае возвращает в исходное состояние T_3 и T_4 , и цикл повторяется. Отрицательный импульс на выходе схемы "НЕ-И" также меняет состояние T_{13} . Таким образом на одном из выходов T_{13} получается прямоугольный импульс с периодом $8 \cdot 3 = 24$ мсек. Длительность импульса моновибратора T должна быть меньше периода следования импульсов на входе T_3 . В этом случае коэффициент деления делителя предварительного выбора можно представить в виде двоичного числа 11. Любой коэффициент деления можно представить десятиразрядным двоичным числом $K_2 K^{10} K^9 \dots K^1$, где K принимают значение "1", если соответствующий ключ замкнут, и значение "0" - если ключ разомкнут. Общий коэффициент деления $K = K_1 K_2 = 8K_2$ можно установить либо преобразователем угол - код, либо непосредственно наблюдателем, либо системой управления по программе при автоматизированных наблюдениях.

Начало формирования меток определяется электронным ключом ЭК1, который управляется триггером управления TV1 всего устройства [2] и открывается в момент начала регистрации. В этот момент и в момент конца регистрации все триггеры делителя устанавливаются и исходное состояние моновибратором М₂. Это повышает надежность. Схема делителя собрана на транзисторах, состоит из идентичных блоков, не содержит механических частей и отличается высокой стабильностью и точностью.

Л и т е р а т у р а

1. Штейнс К.А. и Огриньш М.П. Ученые зап.Латв.гос. унив., том 148, вып.6,3, 1971.
2. Огриньш М.П. Ученые зап.Латв.гос.унив., том 169,3, 1972.
3. Walchen H., Kreiling H., Steffens B. Der Winkelkodierer als hochgenaues, zuverlässiges und zugleich robustes Lagemaßsystem.
"Feintech.-Micron", 1972, 76, Nr.4, 172-177, 2,3.
4. Саркисян Р.А. Фотоэлектрический преобразователь угла поворота в цифровой код. "Новая техника в астрономии", вып.4, 11, Л., 1972.

Р е з ю м е

М. П. О г р и н ь ш

О НАСТРОЙКЕ ГЕНЕРАТОРА МЕТОК УСТРОЙСТВА ДЛЯ
ОПРЕДЕЛЕНИЯ СРЕДНЕГО МОМЕНТА ПРОХОЖДЕНИЯ ЗВЕЗД

Рассматриваются два способа настройки генератора меток в устройстве для определения среднего момента прохождения звезд. В первом случае описывается сельсинная система передачи угла поворота пассажного инструмента по зенитному расстоянию и механический преобразователь, которые автоматически настраивают период генерируемых меток в пределах от 1,437 до 5,000 сек. в зависимости от склонения звезд. Оценивается точность отдельных узлов.

Во втором случае генератор меток содержит счетчик предварительного выбора. С помощью счетчика периоду меток задаются дискретные значения /шаг 8мсек/ в заданном диапазоне. Обсуждаются условия выбора оптимальной электронной схемы.

Иллюстр.: 6, библиогр.: 4 назв.

K o r s a v i l k u m s

M. O g r i n š

ATSKAITES IMPULSU GENERATORA IESTĀDĪŠANA ZVAIGŽŅU
VIDĒJO TRANZĪTMOMENTU NOTEIKŠANAS IERĀRTĀ

Apskatīti divi atskaites impulsu ģeneratora iestādīšanas veidi zvaigžņu vidējo tranzītmomentu noteikšanas iekārtā. Pirmajā gadījumā aprakstīta selsīnu sistēma pasāž-instrumenta pagriešanas leņķa pa zēnītdīstāncī pārdevei un

mehāniskā pārveidotāja, kuri automātiski iestāda ģenerējamā atskaites impulsu periodu robežās no 1,437 līdz 5,000 s atkarībā no zvaigznes deklinācijas. Novērtēta atsevišķu mezglu precizitāte.

Otrā gadījumā atskaites impulsu ģenerators satur priekšizvēles skaitītāju. Ar skaitītāja palīdzību atskaites impulsu periodam var iestādīt diskrētas vērtības (solis 8 ms) uzdotajā diapazonā. Diskutēti optimālas elektroniskās shēmas izvēles nosacījumi.

S u m m a r y

M. O g r i p ē

ON ALIGNMENT OF THE GENERATOR OF REFERENCE IMPULSES FOR DETERMINATION OF THE MEAN STAR TRANSIT MOMENTS

Two various cases are considered of the alignment of the generator of reference impulses in the device for determination of value of the mean star transit moments. The selsyn system for transfer the turn angle in zenith distance of the transit instrument and the mechanical transformer, automatically aligning the period of sequence of the generated reference impulses in the range from 1,437 to 5,000 sec in dependence from declination of the star, are described in the first case. Precision of the individual components are estimated.

The generator of reference impulses contains preset counter in the second case. The discrete values in the mentioned range (step 8 msec) are given to the period of reference impulses by means of the counter. Conditions for choosing the optimal electronic circuit are discussed.

УДК 522.617.3 и 529.78

А. В. И в а н о в

К ВОПРОСУ ОБ АВТОМАТИЗАЦИИ ПАССАЖНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

Нами [1] было предложено при практическом осуществлении автоматизации уже построенных пассажных инструментов учитывать следующие условия: 1/ не следует размещать моторы на самом пассажном инструменте или на его стойке, 2/ желательно, чтобы во время регистрации вспомогательные механизмы были отсоединены от инструмента или его стойки, 3/ следует применять моторы с магнитной связью, чтобы вращающая часть могла быстро остановиться.

Согласно требованию 2 мотор, вращающий микрометрический винт для наведения изображения звезды на дорожку, должен находиться на столбе. Следовательно, при перекладке пассажного инструмента в лагерах шестерни, через которые передается вращательный момент от мотора к горизонтальной оси, отсоединяются. В момент их соединения могут возникнуть большие напряжения, поэтому в статье [1] рекомендуется применять шестерни с пилообразными зубами или допускать достаточно большой свободный ход. Для вращения зажимного винта соединяющего рычага хомута с горизонтальной осью в статье [1] рекомендуется использовать относительное перемещение ложных лагерьей при спускании и подъеме горизонтальной оси. Упомянутые два предложения на практике⁹ не дали ожидаемых результатов. Поэтому в настоящей статье предложен другой, легко осуществимый вариант точной установки трубы по зенитному расстоянию. Закрепление зажимного винта предлагается производить при помощи электромагнита поступательным движением.

Вообще говоря, при помощи электромагнитов трудно создавать перемещения на большие расстояния, требующие большую мощность. В нашем случае конец зажимного штифта может находиться на малом расстоянии, т.е. порядка десятой доли миллиметра от горизонтальной оси. Малые расстояния хороши тем, что зажимной штифт за время своего перемещения не приобретает большого ускорения и, следовательно, не создается удара в момент соприкосновения. На рис. 1 представлена схема установления зажимного штифта.

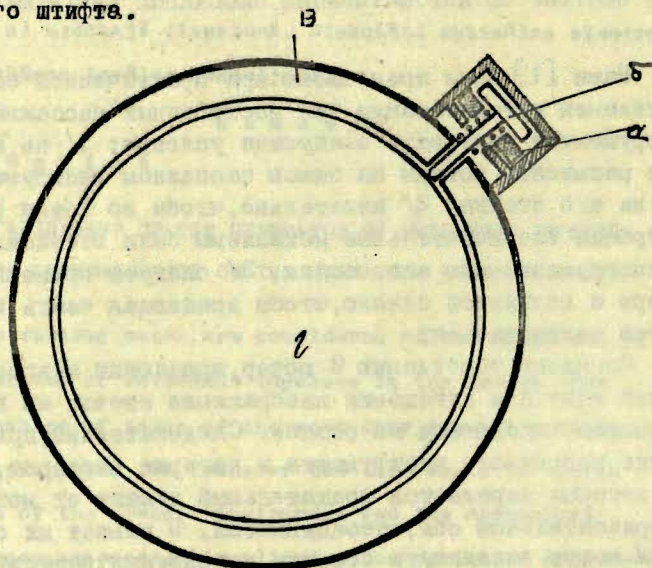


Рис. 1. а - кронштейн с электромагнитом, б - зажимной штифт из мягкого железа, в - хомут, г - горизонтальная ось.

Практически был использован электромагнит пускового устройства ПМИ-О. Отсоединение хомута электромагнитным зажимным штифтом осуществляется почти мгновенно, а присоединение происходит при неподвижном состоянии рычага горизонтальной оси. На зажимной штифт надета пружина, которая во время исключения электромагнита отодвигает конец штифта от горизонтальной оси.

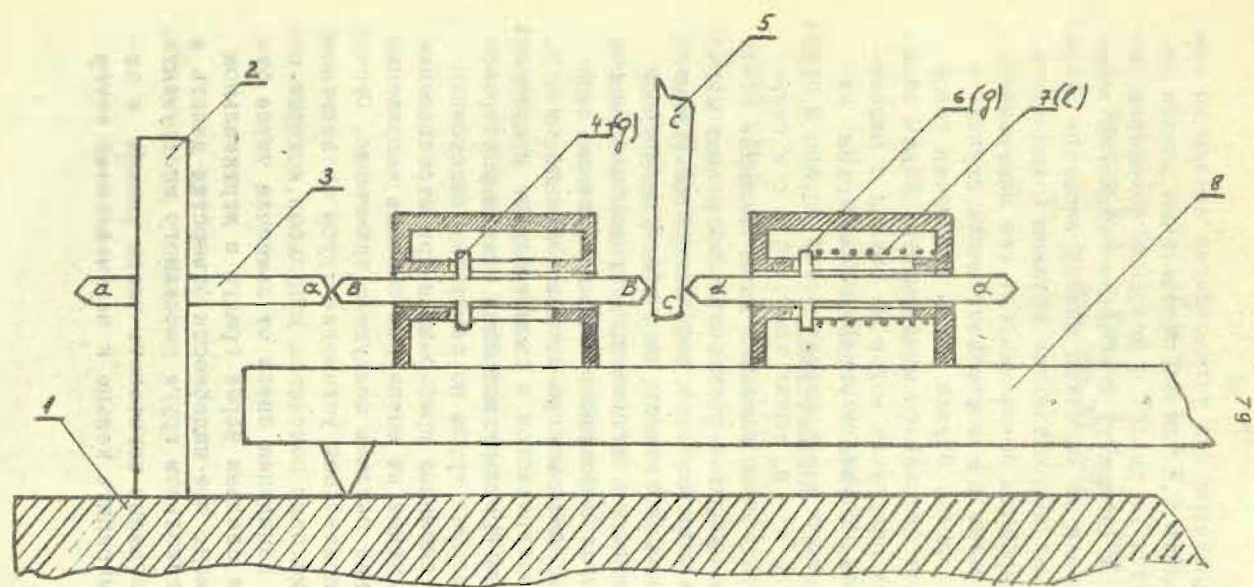


Рис. 2. Схема механизма для точного наведение. 1-основание для инструмента, 2-мотор, 3-палец мотора, 4 и 6- стопоры, 5-рычаг хомута, 7-пружина, 8-станина инструмента.

Схема устройства для установления звезды по зенитному расстоянию, т.е. схема перемещения рычага хомута с - с дается на рис.2. В исходном положении палец мотора а - а отодвинут в крайнее положение влево и его правый конец не касается цилиндрического стержня в - в, который под давлением пружины 1 находится в своем левом крайнем положении, где его задерживает стопор g. Стержень в - в скользит вдоль втулки с вырезом для стопоров. Втулка через кронштейн соединена со станиной пассажного инструмента. Таким образом, в исходном положении мотор не связан с пассажным инструментом. В начале установления трубы на звезду палец мотора а - а перемещается вправо и перемещает стержень в - в, рычаг хомута с - с и стержень d - d вправо. Одновременно с этим зажимной штифт соединяет рычаг хомута с горизонтальной осью, которая из-за движения рычага хомута поворачивается. В момент появления изображения звезды на широкой поперечной щели, зажимным штифтам отключается горизонтальная ось от рычага хомута. Также прекращается движение вправо. После этого палец мотора и, следовательно, в - в, с - с и d - d возвращаются в свои исходные положения. Таким образом, во время регистрации звезды у устройства для установления трубы по зенитному расстоянию нет контакта с внешними приборами и при отсоединении и при присоединении не возникают опасные напряжения.

В заключение сделаем следующее примечание. Отсчет угла при предварительной установке трубы по зенитному расстоянию происходит подсчетом импульсов, которые получаются из-за попадания света от лампочки через отверстия, которые сделаны через градус в вертикальном круге, на фотодиод. Нет надобности отверстия делать в имеющемся вертикальном круге пассажного инструмента, а более целесообразно изготовить часть кольца с отверстиями и прикрепить кольцо к вертикальному кругу инструмента.

Л и т е р а т у р а

1. Штейнс К.А. и Иванов А.В. Уч. зап. Латв. гос. унив., том 169, 30, 1972.

Р е з ю м е

А. И в а н о в

К ВОПРОСУ ОБ АВТОМАТИЗАЦИИ ПАССАЖНЫХ
ИНСТРУМЕНТОВ

Предлагается зажимной винт хомута горизонтальной оси пассажного инструмента заменить зажимным электромагнитным штифтом. Предлагается также микрометрический винт для установления венитного расстояния заменить цилиндрическим стержнем со стопором. Такая замена позволяет автоматическую установку трубы по венитному расстоянию проводить без остаточных внешних напряжений.

Иллюстр.: 2, библиограф.: 1 назв.

K o p e a v i l k u m s

A. I v a n o v s

PAR PASAŽINSTRUMENTA AUTOMATIZĀCIJU

Tiek ieteikts pasāžinstrumenta skrūvi, ar ko saasaista horizontālo asi ar svira zenitdistances precīzai iestādīšanai, apmainīt ar elektromagnētisku spiedstieni, bet zenitdistances precīzas iestādīšanas mikrometrisko skrūvi aizvietot ar cilindrisku stieni ar izcilni. Tādā gadījumā automātiska zenitdistances iestādīšana norit bez paliekošas piepūles.

S u m m a r y

A. I v a n o v s

ON THE AUTOMATION OF THE PHOTOELECTRIC TRANSIT INSTRUMENT

It is recommended to replace the clamp-screw of the collar for the horizontal axis of the transit instrument by an electromagnetic joint-pin. It is also recommended to replace the micrometric screw for the zenith-distance by a cylindrical rod with a catch.

Such a system provides setting the instrument into the zenith distance of a star without remnant stress.

УДК 522.982

Э. Я. Каупуш

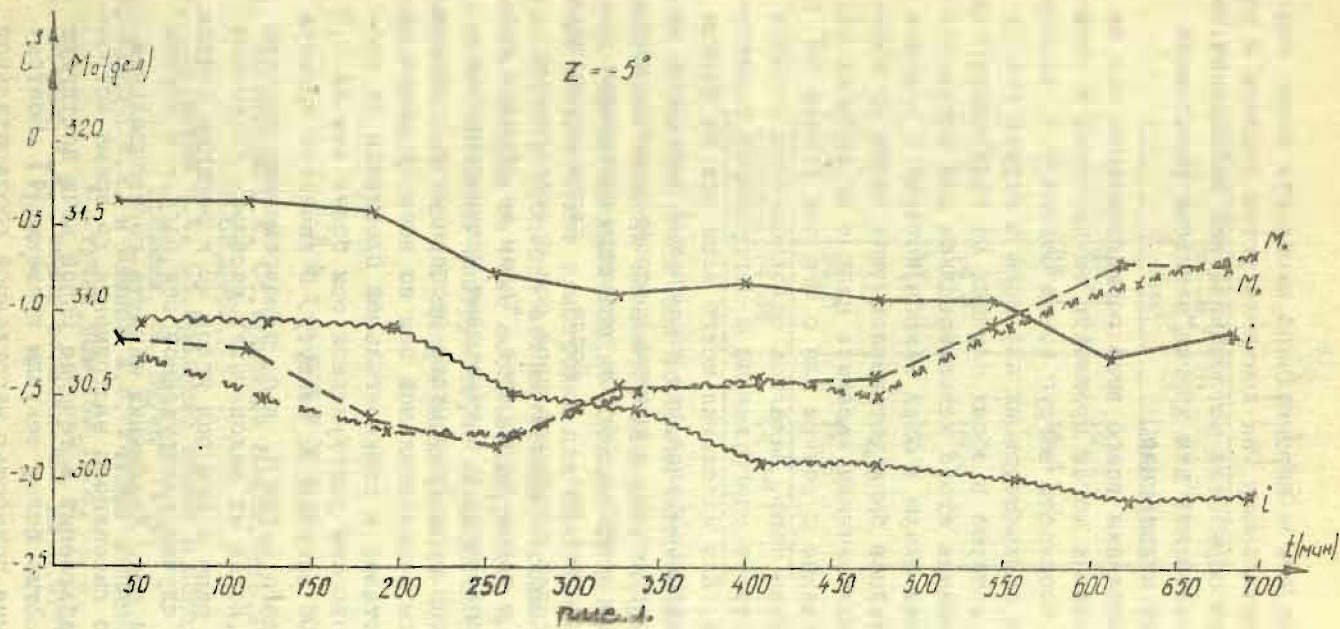
К ВОПРОСУ О НАБЛЮДЕНИИ ПАССАЖНЫМ ИНСТРУМЕНТОМ БЕЗ РАЗГРУЗОЧНОГО МЕХАНИЗМА

Исследования устойчивости горизонтальной оси пассажного инструмента в горизонтальной плоскости в других обсерваториях показали, что повороты горизонтальной оси вокруг отвесной линии ZZ' уменьшались в 10 раз, если во время астрономических определений времени полностью выключался разгрузочный механизм [1, 2]

В настоящее время осуществляется полная автоматизация пассажного инструмента АПМ-10 № 580003 Астрономической обсерваторией Латвийского государственного университета им. П. Стучки. В данном случае процесс полной автоматизации — это процесс имитации работы наблюдателя, требующий осуществления ряда механических приспособлений [3]. Если для данного инструмента оказалось бы целесообразным работать с полностью выключенным разгрузочным механизмом, тогда это можно было бы осуществить вместе с остальными перестойками, из-за этого комплекс механических приспособлений стал бы более громоздким. Нами были исследованы изменения наклонности i горизонтальной оси в вертикальной плоскости и повороты ее вокруг отвесной линии, т. е. изменения азимута при работе с включенным разгрузочным механизмом и со всем весом оси на лагерь подставок при различных зенитных расстояниях труб.

Для относительно быстрого выключения действия разгрузочного механизма нами был сделан прибор, состоящий из платформы на вертикально поставленный

винт. Подставляя прибор под грузом разгрузочного механизма и вывинчивая или ввинчивая вертикальный винт, весь груз разгрузочного механизма или поднимался вверх, налагая весь вес горизонтальной оси на лагерь подставки, или опускался вниз до своего нормального состояния и снова включался разгрузочный механизм. Изменения наклонности горизонтальной оси пассажного инструмента определялись с помощью накладного уровня инструмента для различных зенитных расстояний с перекладкой горизонтальной оси при каждом зенитном расстоянии. Для каждого зенитного расстояния последовательно сперва определялась наклонность при включенном разгрузочном механизме, а сразу вслед на этом с выключенным разгрузочным механизмом. В каждом приеме было сделано 10 таких серий определений. Серии повторялись через один час, а промежуток времени между определением наклонности с включенным и выключенным разгрузочным механизмом для данного зенитного расстояния длился 10 минут. На рис. 1 показан результат определения наклонности горизонтальной оси из 10 серий наблюдений для $Z = -5^\circ$. Непрерывной ломаной линией соединены значения наклонности горизонтальной оси в случае включенного разгрузочного механизма, а волнистой ломаной линией соединены значения наклонности в случае выключенного разгрузочного механизма, когда горизонтальная ось всем весом опирается на лагерь подставок. Наклонность нагруженной горизонтальной оси другая, чем в случае выключенного разгрузочного механизма. В обоих случаях наклонность меняется со временем. Соответствующими прерывистыми ломаными линиями показано изменение места нуля уровня M_0 в случае разгруженной и нагруженной горизонтальной оси. В обоих случаях в пределах точности определения места нуля уровня совпадают. Это может указывать на то, что в промежуток времени, в течение которого определяется наклонность разгруженной и нагруженной горизонтальной оси, в системе уровня никакие заметные изменения не происходили. В таком случае отличия в значениях наклонности разгруженной и нагруженной го-



горизонтальной оси в вертикальной плоскости можно считать действительными. Они контролируются уровнем и учитываются при обработке астрономических наблюдений. Подобные исследования для других зенитных расстояний подтверждают изложенное.

При наложении всего веса горизонтальной оси на лагеры подставок могли произойти ее повороты в горизонтальной плоскости вокруг линии отвеса, т.е. изменения азимута, отличные от их значения в случае разгруженной оси, которые в обоих случаях не контролируются. Для исследования этого использовались два оптиметра с ценой деления шкалы в один микрон, которые с помощью двух кронштейнов были установлены так, чтобы их измерительные наконечники касались цапф в их рабочих местах одновременно с севера или с юга под углами 90° к верхним точкам цапф. Делались одновременные отсчеты обоих оптиметров разгруженной и нагруженной горизонтальной оси. Для наложения всего веса оси на лагеры подставок использовался уже упомянутый подъемный механизм. Эксперимент, в течение которого менялись местами наблюдатели и менялись местами оптиметры повторялся несколько десятков раз. После этого осуществлялась перекладка горизонтальной оси и эксперимент повторялся в таком же порядке. Таким же образом эксперимент повторялся с оптиметрами, установленными с южной стороны цапф. Результаты эксперимента показали, что повороты горизонтальной оси со всем ее весом на лагеры подставок в горизонтальной плоскости не превосходят повороты разгруженной оси более чем на 0,3 мк или 0,006 секунды по азимуту. В качестве примера приведена табл. 1, где n_e и n_w одновременные отсчеты оптиметров, когда их наконечники касались восточной и западной цапф с юга под углом 90° к верхним точкам, разгр. - в случае разгруженной оси, нагр. - в случае нагруженной оси. Изменения азимута горизонтальной оси данного пассажного инструмента во время астрономических наблюдений в течение одной ночи достигают нескольких сотых долей секунды времени [4]. Поэтому осуществление полностью нагруженной горизонтальной

Т а б л и ц а 1

№	$n_E - n_W$ p (мк)	$(n_E - n_W)_{\text{назр.}}$ (мк)
1	14,1	14,3
2	14,2	14,1
3	14,3	14,3
4	14,5	14,3
5	14,4	14,3
6	14,4	14,2
7	14,5	14,3
Среднее	14,34	14,26

оси на лагеры подставок во время астрономических определений времени незаметно изменяло бы величину азимута горизонтальной оси, но сделало бы более громоздкими механические пристройки для имитации работы наблюдателя в процессе автоматизации пассажного инструмента. Исходя из этих соображений, решено автоматизировать пассажный инструмент, не налагая полный вес горизонтальной оси на лагеры подставок во время наблюдения звезд.

Л и т е р а т у р а

1. Соловьева Л.А. Сб. Вращение Земли. Киев, изд-во АН УССР, 1963.
2. Соловьева Л.А. Сб. Вращение Земли и определение времени. М. "Наука", 1969.
3. Штейнс К.А. и Иванов А.В. Ученые записки ЛГУ им. П.Стучки, том 169, 1972.
4. Штейнс К.А. Ученые записки ЛГУ им. П.Стучки, том 96, 1967.

Р е з ю м е

Э. Я. Кау п у ш

К ВОПРОСУ О НАБЛЮДЕНИИ ПАССАЖНЫМ ИНСТРУМЕНТОМ
БЕЗ РАЗГРУЗОЧНОГО МЕХАНИЗМА

Исследованы изменения горизонтальной оси в вертикальной и горизонтальной плоскостях в случае разгруженной оси и в случае наложения всего веса оси на лагеры подставок. В обоих случаях наклонность горизонтальной оси в вертикальной плоскости различна, но реальна и контролируется накладным уровнем. Изменения горизонтальной оси в горизонтальной плоскости в обоих случаях различаются меньше чем на 0,3 мк или на 0,006 сек. по азимуту.

Иллюстр.: 1, табл.: 1, библиогр.: 4 назв.

K o r s a v i l k u m s

E. K a u p u š a

PAR NOVĒROŠANU AR PASĀŽINSTRUMENTU BEZ ATSLODZES
MEHĀNISMA

Izpētītas horizontālās ass izmaiņas vertikālajā un horizontālajā plaknē atslogotas ass gadījumā un gadījumā, kad viss ass svars guļas uz atbalstu lageriem. Horizontālās ass slīpums vertikālajā plaknē abos gadījumos ir atšķirīgs, bet abos gadījumos tas ir reāls un to kontrolē ar uzkarināmo līmeni. Horizontālās ass izmaiņas horizontālajā plaknē abos gadījumos atšķiras mazāk kā par 0,3 μ vai 0,006 sek. azimutā.

Summary

E. Kaupuga

TRANSIT INSTRUMENT OBSERVATIONS WITHOUT SUPPORT

Alterations of the horizontal axis in the vertical and horizontal planes have been investigated in two cases: 1) if the axis is not weighted and 2) if the weight of the whole axis is borne by the supporting bearings. The inclination of the horizontal axis in the vertical plane is different in each case, but in both cases it is real and may be controlled by means of a suspended level. The azimuth alterations of the horizontal axis in the horizontal plane differ in both cases by less than $0,3\mu$ corresponding to 0,006 seconds of time.

С о д е р ж а н и е

1. А.В.Иванов. АСУ пассажного инструмента	3
2. К.А.Штейнс, М.П.Огриныш, А.В.Иванов. Об использовании передвижной дорожки при наблюдении прохождения звезд	24
3. К.А.Штейнс, П.П.Розенберг. Приспособление для автоматического определения дисперсии средних моментов прохождения звезд	54
4. М.П.Огриныш. О настройке генератора меток устройства для определения среднего момента прохождения звезд	64
5. А.В.Иванов. К вопросу об автоматизации пассажных инструментов	77
6. Э.Н.Каупуш. К вопросу о наблюдении пассажным инструментом без разгрузочного механизма	83

C o n t e n t s

1. A.Ivanovs. system of automatic steering for the transit instrument	3
2. K.Šteins, M.Ogriņš, A.Ivanovs. On using of the movable track in observations of the star transitmoments	24
3. K.Šteins, P.Rozenbergs. Device for determination of error of the mean star transitmoments	54
4. M.Ogriņš. On alignment of the generator of reference impulses for determination of the mean star transitmoments	64
5. A.Ivanovs. On the automation of the photoelectric transit instrument	77
6. E.Kaupuša. Transit instrument observations without support	83

Ученые записки, том I90
Астрономия. Выпуск 9
АСУ ПАССАЖНОГО ИНСТРУМЕНТА

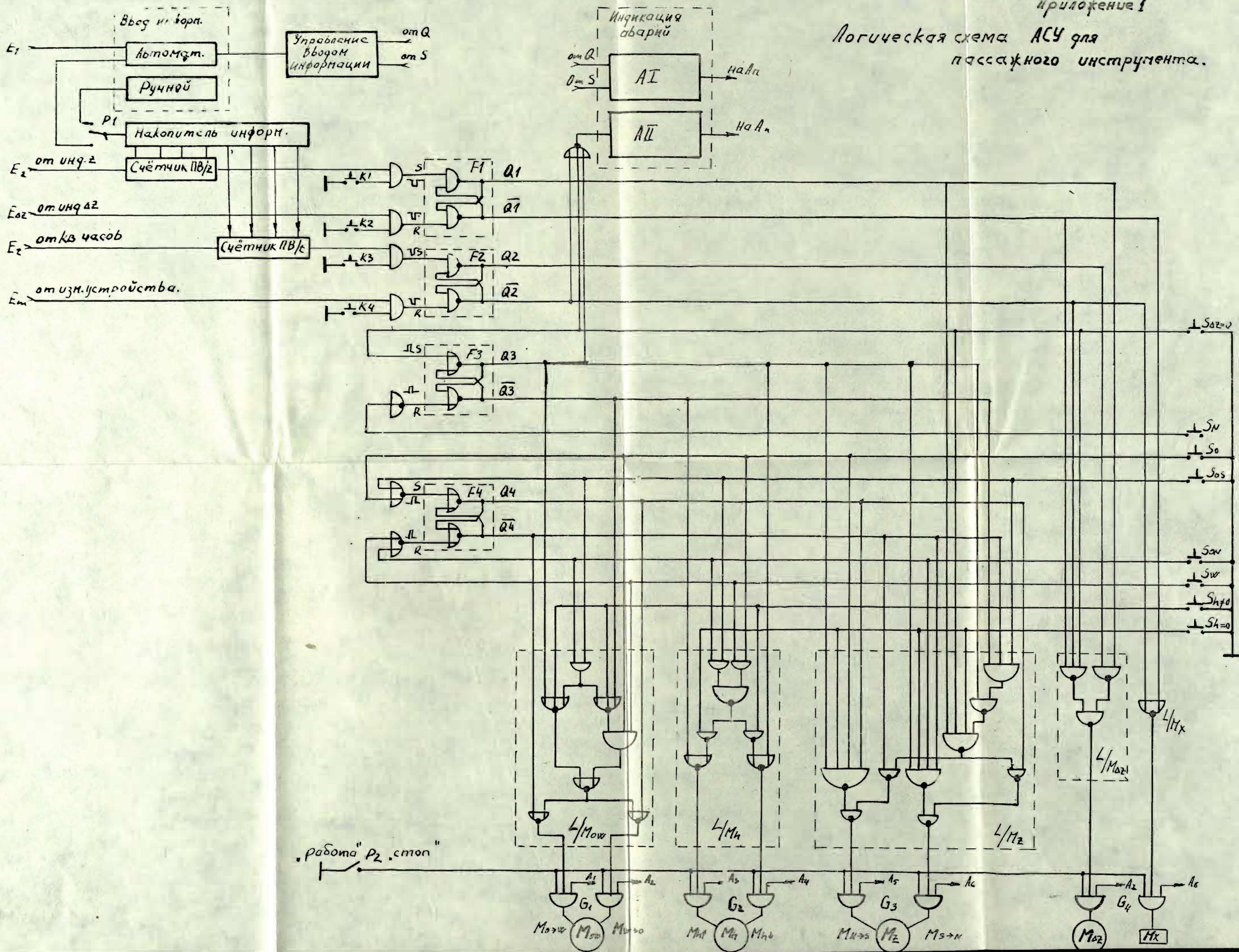
Редакторы: М. Абеле, Э. Каупш
Технический редактор С. Плауде
Корректор П. Розенберг

Редакционно-издательский отдел ЛГУ им. Петра Стучки
Рига 1973

Подписано к печати 17.05.1973 ЯТ 19380 Зак. № 480.
Ф/б 60x84/16. Бумага №1. Физ. п. л. 6,0. Уч.-и. л. 4,3
Тираж 500 экз. Цена 43 коп.

Отпечатано на ротاپринте, Рига-50, ул. Вейденбаума, 5
Латвийский государственный университет им. П. Стучки

Логическая схема АСУ для
пассажного инструмента.



С о д е р ж а н и е

1. А.В.Иванов. АСУ пассажного инструмента	3
2. К.А.Штейнс, М.П.Огриньш, А.В.Иванов. Об использовании передвижной дорожки при наблюдении прохождения звезд	24
3. К.А.Штейнс, П.П.Розенберг. Приспособление для автоматического определения дисперсии средних моментов прохождения звезд	54
4. М.П.Огриньш. О настройке генератора меток устройства для определения среднего момента прохождения звезд	64
5. А.В.Иванов. К вопросу об автоматизации пассажных инструментов	77
6. Э.Н.Каупуш. К вопросу о наблюдении пассажным инструментом без разгрузочного механизма	83

C o n t e n t s

1. A.Ivanovs. system of automatic steering for the transit instrument	3
2. K.Steins, M.Ogriņš, A.Ivanovs. On using of the movable track in observations of the star transitmoments	24
3. K.Steins, P.Rozenbergs. Device for determination of error of the mean star transitmoments	54
4. M.Ogriņš. On alignment of the generator of reference impulses for determination of the mean star transitmoments	64
5. A.Ivanovs. On the automation of the photoelectric transit instrument	77
6. E.Kaupuša. Transit instrument observations without support	83

Ученые записки, том I90

Астрономия. Выпуск 9

АСУ ПАССАЖНОГО ИНСТРУМЕНТА

Редакторы: М.Абеле, Э.Каупуш
Технический редактор С.Плауде
Корректор П.Розенберг

Редакционно-издательский отдел ЛГУ им. Петра Стучки
Рига 1973

Подписано к печати 17.05.1973 ЯТ 19380 Зак. № 480.
Ф/б 60x84/16. Бумага №1. Физ.п.л. 6,0. Уч.-и.л. 4,3
Тираж 500 экз. Цена 43 коп.

Отпечатано на ротапринте, Рига-50, ул.Вейденбаума, 5
Латвийский государственный университет им. П.Стучки

1504 84 8431

LU bibliotēka



200024005

PT-75

190

Цена 43 коп.