

# УЧЕННЫЕ ЗАПИСКИ

АСТРОНОМИЯ  
ВЫПУСК 11

УЧЕТ ВЛИЯНИЯ  
АСТРОКЛИМАТА  
НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЧНОГО  
ВРЕМЕНИ

Министерство высшего и среднего специального образования  
Латвийской ССР.

Латвийский ордена Трудового Красного Знамени  
государственный университет имени Петра Стучки

Астрономическая обсерватория

Ученые записки

Латвийского государственного университета  
имени Петра Стучки

том 220

А С Т Р О Н О М И Я

Выпуск II

УЧЕТ ВЛИЯНИЯ АСТРОКЛИМАТА НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ  
ТОЧНОГО ВРЕМЕНИ

Латвийский государственный университет  
Рига 1975

УДК 522.3

В настоящем сборнике оценено влияние климатических факторов на астрономическое определение поправок часов. На основе анализа наблюдений службы времени АО Латвийского государственного университета показано, что влияние климатических факторов небольшое. Для полного исключения влияния предлагается уменьшить постоянную времени до 0,05 сек, переходя к регистрации моментов прохождения звезд методом учета случайных выбросов и подбирая соответствующим образом звезды из каталога КСВ.

© Латвийский государственный университет, 1975

У 20602-049у 297-74  
М 812(II)-75



200024407

УДК 522.98

К. А. Ш т е й н с

## О ПОЭТАПНОМ ВВЕДЕНИИ АСУ ДЛЯ ПАССАЖНОГО ИНСТРУМЕНТА АО ЛГУ

### § 1. Выбор постоянной времени

Моменты прохождения звезд, опреленные при помощи безличного микрометра, зависят от личной ошибки регистрации наблюдателя. При обработке наблюдений фотоэлектрических пассажных инструментов не учитывают индивидуальные свойства наблюдателя, а только инструмента [1]. Нередко два различных пассажных фотоэлектрических инструмента дают систематически различные результаты, причем разность достигает сотых долей секунды. В задачи служб времени входит как определение неравномерностей во вращении Земли, так и определение времени. Очевидно, что обе задачи тесно связаны. Систематические ошибки инструмента, если они даже являются строго постоянными, вносят неточность при определении неравномерностей вращения Земли, т.к. состав инструментов, на основе наблюдений с которыми определяют международные бюллетени точного времени, непрерывно меняется.

При фотоэлектрических наблюдениях, чтобы уменьшить флуктуации тона во входном каскаде, вводят сравнительно большие постоянные времени. В первом каскаде усилителя фотоэлектрического пассажного инструмента АО ЛГУ с 1963 года, по 1974 год нагрузочное сопротивление первого каскада было 100 Ом, а емкость - 1000 pF, что дает постоянную времени 0,1 сек. Сдвиг

фаз, так называемое запаздывание, определяется по теории синусоидальных сигналов. Определение постоянной времени происходит по прямоугольным сигналам неоновой лампочки. Само определение постоянной времени настолько неточно, что в АО ЛГУ взято некоторое расчетное значение для постоянной времени, а при помощи наблюдений неоновой лампочки контролируется, не произошли ли какие-либо резкие изменения в значении постоянной времени. При наблюдениях в течение 10 лет резкие скачки значения постоянной времени не были обнаружены и все время определения времени велось согласно принятому значению постоянной времени. Таким образом, наблюдалось относительное постоянство этой величины, которая известна с точностью  $\pm 2$  мсек. Но тем не менее желательно уточнить в абсолютном смысле поправки точного времени.

Теория запаздывания в электронике не может рассчитывать на большую точность по нескольким причинам. С одной стороны, это недостаточность соответствия теоретических предположений и практической реализации конкретных схем. Трудно также учесть старение деталей и влияние внешней среды. С другой стороны, если не вводить в электронные схемы большие запаздывания, то регистрация времени при помощи электроники может достигнуть очень большой точности. Вполне возможно, что флуктуации, порожденные оптической нестабильностью атмосферы, несмотря на их большие амплитуды в течение одной ночи, являются стационарными и, следовательно, при достаточно большом количестве наблюдений в среднем исключаются. Что касается постоянной времени и теории синусоидальных сигналов, то она при значениях постоянной времени 0,1 сек не дает достаточно точных значений в абсолютном смысле для сдвига фаз, поэтому целесообразно уменьшить значения постоянной времени.

Теоретические подсчеты Р.К.Калнинь [2], Э.Л.Каупш и наши [3] показывают, что влияние изменения расстояния фокуса не больше одной или двух тысячных

долей секунды. Это объясняется тем, что концентрация интенсивности света в центре звезды мало меняется при изменении фокусного расстояния, если только решетка находится в положении, где объектив концентрирует лучи света. Правда, Л.Ф.Розе обнаружил [4], что у звезд класса М по наблюдениям службы времени Латвийского госуниверситета имеются небольшие отступления в 5-7 мсек от каталога службы времени. Дальнейшие наблюдения, т.е. наблюдения с 1972 по 1974 г., подтверждают этот эффект. Однако, это утверждение сделано на основе наблюдений только 15 звезд, причем у звезды № 453 /КСВ/  $\Delta\alpha$  равно +0,016 сек, а у № 384 /КСВ/  $\Delta\alpha = -0,021$  сек. У остальных звезд  $\Delta\alpha$  составляет несколько тысячных долей секунды. Таким образом, установленный эффект во многом зависит от того, сколько раз наблюдалась звезда № 384 и сколько № 453. Очевидно, что число звезд слишком мало, чтобы проверить наличие эффекта спектра. Теоретические подсчеты запаздывания сигналов [5-6] в случае хороших изображений звезд /для крутого нарастания фототока запаздывание  $T = 0,090/$  и в случае плохих изображений звезд /для менее крутого нарастания фототока запаздывание  $T = 0,096/$  показывают, что разность запаздывания при значении  $\theta = 0,1$  сек не больше 6 мсек. Так как качество изображений звезд практически не определяют, то эту теоретическую разность в 6 миллисекунд следует рассматривать как флуктуации. Чтобы избежать этих "флуктуаций", следует уменьшить постоянную времени до 0,05 сек.

Чтобы выяснить действительный порядок разности поправок часов в случае "хороших" и "плохих" условий наблюдений, нами были определены ошибки одного контакта для наблюдений Службы времени АО Латвийского государственного университета 1971 г.

Учитывались только наблюдения, сделанные достаточно близко к нормальному режиму усилителя, т.е. когда отношение последовательно первых разностей моментов находилось в пределах от 0,3 до 1,2. Средние квадратичные ошибки в секундах дуги, приведенные к

зениту, даны в таблице 1. Там же дано  $\Delta$  по эталонному времени в миллисекундах, число звезд и направление ветра на высоте 10 м и 2000 м /  $0^\circ \dots N, 90^\circ \dots E, 180^\circ \dots S, 270^\circ \dots W$ .

Таблица 1

Дата	Число звезд	Ср. кв. ошибка $\sigma$	$\Delta$ по эталонному времени	направление ветра на высоте 0,01 км	направление ветра на высоте 2 км
13 I	29	0,20	18	158	385
14 I	26	0,24	32	225	281
23 I	19	0,29	15	180	213
10 III	19	0,25	13	333	340
24 III	30	0,17	3	202	288
2 IV	29	0,22	19	158	188
6 IV	23	0,23	27	90	127
16 IV	30	0,26	17	158	224
22 IV	30	0,18	16	338	319
29 IV	21	0,33	22	218	115
6 V	30	0,23	13	338	300
10 V	26	0,19	5	33	281
11 V	30	0,24	16	292	300
14 V	30	0,17	15	315	334
15 V	29	0,23	22	22	55
18 V	24	0,26	25	202	248
23 V	30	0,15	17	338	341
30 V	26	0,25	16	338	92
31 V	30	0,28	17	90	98
4 VI	26	0,18	15	315	337
7 VI	28	0,33	6	45	288
8 VII	24	0,41	6	315	350
9 VII	25	0,24	14	292	360
22 VII	26	0,14	8	338	230
27 VII	11	0,22	7	315	226
3 VIII	29	0,37	13	315	314
4 VIII	30	0,21	22	158	223

6 УШ	29	0,15	22	1	248
12 УШ	23	0,17	7	248	246
15 УШ	29	0,37	17	248	253
16 УШ	25	0,20	17	270	254
6 IX	13	0,23	7	315	351
14 IX	7	0,21	13	249	371
21 IX	30	0,23	11	225	170
24 IX	9	0,29	19	159	212
4 X	29	0,21	21	22	356
8 X	30	0,20	5	338	317
16 X	12	0,26	14	189	346
20 X	24	0,22	13	248	274
27 X	15	0,18	19	248	7
30 X	13	0,17	8	225	294
5 X1	24	0,23	16	282	302
10 X1	9	0,25	11	338	335
13 X1	28	0,30	23	199	205
20 X1	30	0,40	17	185	376
21 X1	12	0,25	25	135	123
29 X1	26	0,31	7	158	172

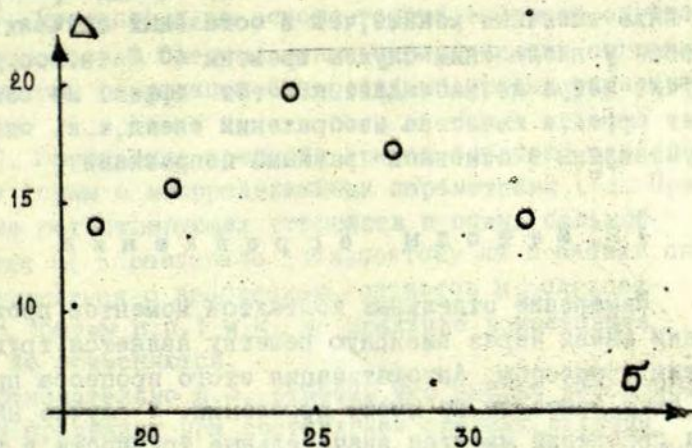


Рис. 1.



На рис. 1 показана зависимость величины поправки ( $\Delta$ ) от средней квадратичной ошибки одного контакта.

Число ночей 47 слишком мало, чтобы уверенно установить зависимость поправки часов от среднеквадратичной ошибки одного контакта. Однако можно утверждать, что зависимость, если она реально существует, то она небольшая. Это согласуется с теорией, т.е. только для экваториальных звезд разность достигает 6 мсек. Если истолковать установленную зависимость как систематическую ошибку регистрации вследствие размытия изображений звезд, то следует допустить, что при отличных изображениях звезд флуктуации умеренные, а при размытых дифракционных кольцах они уменьшаются, при сильном дрожании звезд флуктуации резко возрастают. Эту гипотезу можно проверить, определяя каждую ночь, когда ведутся наблюдения, качество изображений звезд.

На основе данных таблицы 1 легко проверить, что среднеквадратичная ошибка одного контакта в среднем от месяца к месяцу не меняется. Данные о направлении ветра показывают, что наблюдения искажены эффектом ветра, однако он небольшой, т.е. в случае ветров с направлением 270-360 поправки ( $\Delta$ ) примерно на пять тысячных меньше, чем в остальных случаях. Вообще у наблюдений службы времени АО Латв. гос. унив. эффект ветра не наблюдается. Этот эффект не объясняет эффекта качества изображений звезд, т.к. они обусловлены в основном разными поправками.

## § 2. М е т о д ы   о с р е д н е н и я

Измерение отдельных контактов моментов прохождений звезд через визирную решетку является трудоемким процессом. Автоматизация этого процесса проста, если контакты не имеют дроблений. В случае наличия дроблений имеются значительные трудности в техническом осуществлении автомата для получения среднего момента, так как число дроблений может быть ве-

лико и, следовательно, число членов сумм и сами их значения также велики. Имеются также трудности психологического характера. Они заключаются в том, что конструктор автомата не желает решать теоретически вопрос о построении среднего момента, а стремится построить автомат представляющим "полную информацию о прохождении звезды", например, строит хронограф с выходом на перфокарты и оставляет вопрос об осреднении открытым. Следует заметить, что моменты пересечений изображений звезды некоторого уровня далеко не исчерпывают всей информации о прохождении звезд через визирную решетку.

Осреднения моментов прохождения звезды через визирную решетку на практике бывают различными. Отметим наиболее распространенные методы осреднения в службах времени СССР при наблюдениях на пассажных инструментах:

1. Осреднение через применение устройств с большой инерцией.

2. Осреднение через большие постоянные времени электрических цепей.

3. Составление средних арифметических с исключением "ложных" моментов.

4. Осреднение на основе теории выбросов случайных процессов в предположении периодичности сигнала и симметрии флуктуаций относительно уровня регистрации.

5. Построение средней кривой фототока определенной формы с неопределенными параметрами [7]. Применение регистрирующих устройств с очень большой инерцией не оправдало себя, поэтому на практике следует считаться с дроблением контактов и, следовательно, приемы п.п. 1 и 2. на практике в настоящее время не применяются.

Относительно п.3. отметим, что теория вероятностей не предвидит при составлении средних величин исключение грубых ошибок. Тем не менее можно создать схемы, не искажающие в пределе средние значения, с исключением грубых ошибок. В службе времени АО Лат-

вийского госуниверситета разработана теория точности регистрации среднего момента по регистрации длительностей выбросов одного знака между равностоящими метками и теория точности метода определения среднего момента по измерениям энергии светового потока в одинаковые промежутки времени [8 - 9]. Теория учитывает дрожание и мерцание звезд, величины постоянной времени усилителя и других параметров. Построены достаточно простые приборы, дающие сразу средний момент при весьма больших флуктуациях [10]. Оба метода позволяют использовать произвольно малые постоянные времени, т.к. осреднение ведется при произвольно больших флуктуациях. Выбор допустимых для регистрации звезд происходит согласно анализу поправок часов. Теоретически было доказано, что определение средних по измерениям длительностей выбросов дает более точные результаты при наблюдении звезд с большими zenithными расстояниями, а метод, основанный на измерении энергии предпочтительнее при наблюдении zenithных звезд, особенно при наблюдении очень слабых звезд. В первом случае автомат дает также среднеквадратичные ошибки средних моментов [11].

### § 3. Важные решетки и передвижное окошко

Более подробно остановимся на условиях, которые необходимы для применения автомата определяющего среднее значение момента прохождений звезд по измерениям длительностей выбросов.

Существенные условия следующие:

1. Перед и после перекладки пассажного инструмента в лагерьх следует наблюдать моменты прохождения тех же самых ребер щелей, число которых постоянно.
2. Наблюдаемая звезда должна быть значительно ярче, чем другие звезды, находящиеся на дорожке.

Практически важны также следующие условия:

1. Не должны возникать ложные импульсы.
2. Моменты появления меток должны быть достаточно близки к моментам экстремальных амплитуд потока света от звезды.
3. Время, затраченное на наблюдение прохождения одной звезды, не должно быть слишком большим.

При полной автоматизации процесса наблюдения время, затраченное на переключку инструмента в лагерьях и установление звезды примерно 30 сек. За этот промежуток времени экваториальная звезда проходит примерно 20 шелей. В случае наблюдения полярных звезд при прохождении звезды через 20 шелей неиспользованной останется 1 минута, что допустимо. Если переключку в лагерьях и наводку на звезду производит наблюдатель, то следует для этих операций предусмотреть примерно вдвое большее время и, следовательно, целесообразно иметь для сокращения время наблюдений передвижное окошко [12].

Передвижное окошко, построенное в Службе времени АО Латвийского госуниверситета, не останавливается во всех случаях на ранее предвиденном месте, поэтому усложняется электронная схема автомата [13].

Можно обойтись более простыми электронными схемами автомата, но тогда следует применять визирные решетки с параллельными дорожками [13]. В настоящей статье описывается визирная решетка, которая применяется в настоящее время при наблюдении с автоматом, непосредственно дающим средние моменты. /См. рис. 2/.



Рис. 2.

Экваториальные звезды наблюдаются на дорожках I :

на дорожке I O, если наблюдение звезды начинается при положении визирной решетки на востоке, и на I W если визирная решетка находится на западе. Длина всей дорожки для экваториальных звезд - 83 щели, следовательно, для наблюдения экваториальной звезды необходимо почти 2 минуты, а для наблюдения звезды на дорожке северных звезд  $\delta = 70^\circ$  необходимо примерно 3 минуты. На дорожке для наблюдений экваториальных звезд для наблюдений звезды со склонением  $48^\circ$  требуется три минуты. На дорожке северных звезд для переладки инструмента в лагерах и установки звезды при склонении  $40^\circ$  имеем примерно 45 секунд, следовательно, при достаточном слухе наблюдений звезды, начиная со склонения  $50^\circ$ , можно наблюдать также на дорожке для северных звезд.

Ложные импульсы могут возникнуть при наблюдениях на зеркальных визирных решетках, если наблюдаются яркие звезды и первая щель на дорожке является прозрачной и кроме того покрытая сажей часть решетки действует как отражающая поверхность и дает ложный импульс при появлении изображения звезды на дорожке /или наоборот/. Поэтому рекомендуется первую и последнюю щель брать отражающей /или наоборот/ и соответствующим образом отрегулировать напряжения на ЭДУ. Более выгодными с точки зрения экономии времени являются визирные решетки с параллельными щелями. В таком случае при отсутствии полной автоматизации наблюдений усложняется установка звезды на заданном расстоянии и установка передвижного окошка. Установка передвижного окошка в Службе времени АО Латвийского государственного университета осуществляется с помощью двух магнитов. Рычаг, движущий окошко, перемещается вдоль дорожки при включении магнитного поля соленоида [12]. Магнитное поле соленоида обеспечивает сравнительно большие перемещения /около 6 мм/. Для наблюдения зенитных звезд требуются более малые перемещения. Соответствующие ограничители включаются при помощи электромагнита. К ограничителям, которые перемещаются поперек дорожки, можно подключить пластинку с двумя параллельными окошками и наблюдать

зенитные и экваториальные звезды на параллельных дорожках. В таком случае в искателе должны иметься две параллельные дорожки. Естественно, что при автоматическом наведении телескопа на звезду искатель вообще не требуется [13].

### Л и т е р а т у р а

1. "Эталонное время в средние моменты передачи радиосигналов", 1971.
2. Калнинь Р.К. Об оптимальных условиях при фотоэлектрической регистрации моментов прохождения звезд. - "Уч.записки Латв.ГУ", 1969, т.121, вып.4, с.11.
3. Штейнс К.А. и Каупуш Э.л. Об основных вопросах теории запаздывания фотоэлектрических регистраций прохождения звезд. - "Уч.записки Латв.ГУ", 1967, т.96, вып.3, с.97.
4. Розе Л.Ф. Уравнение яркости в фотоэлектрических наблюдениях звездных прохождений. - "Доклады совещания по изучению неравномерностей вращения Земли. Рига, 8-10 июня 1965", 1969, М. "Наука".
5. Штейнс К.А. и Калнинь Р.К. Учет распределения яркости изображения при фотоэлектрической регистрации прохождения звезд. - "Астр.журн. АН СССР", 1969, т.46, вып.3, с.68.
6. Штейнс К.А. О методах определения запаздывания при фотоэлектрической регистрации прохождения. - "Уч.записки Латв.ГУ", 1969, т.121, вып.4, с.35.
7. Абеле М.К. Фотоэлектрический отражательный зенитный телескоп для наблюдений звезд при равных высотах. - "Уч.записки Латв.ГУ", 1969, т.121, вып.4, с.49.
8. Штейнс К.А. и Огриньш М.П. Устройство и метод регистрации моментов прохождений звезд с учетом вы-

- бросов. - "Уч.записки Латв.ГУ", 1971 т. 148, вып. 6, с. 3.
9. Штейнс К.А. формула для определения дисперсии моментов прохождения звезд в зависимости от их дрожания. - "Уч.записки Латв.ГУ", 1971, т. 148, вып. 6, с. 29.
10. Огриньш М.П. Исследование устройства для определения средних моментов прохождения звезд. - "Уч.записки Латв.ГУ", 1972, т. 169, с. 18.
11. Штейнс К.А., Розенберг П.П. Приспособление для автоматического определения дисперсии средних моментов прохождения звезд. - "Уч.записки Латв.ГУ", 1973, т. 190, вып. 9, с. 54.
12. Штейнс К.А. О выборе параметров при фотоэлектрической регистрации прохождения звезд. - "Уч.записки Латв.ГУ", 1969, т. 121, вып. 4, с. 3.
13. Штейнс К.А., Огриньш М.П. и Иванов А.В. Об использовании передвижной дорожки при наблюдении прохождения звезд. - "Уч.записки Латв.ГУ", 1973, т. 190, вып. 9, с. 24.
14. Штейнс К.А. и Иванов А.В. Автоматизация пассажного инструмента. - "Уч.записки Латв.ГУ", 1972, т. 169, с. 30.

## Р е з ю м е

К. А. Ш т е и н с

### О ПОЭТАПНОМ ВВЕДЕНИИ АСУ ДЛЯ ПАССАЖНОГО ИНСТРУМЕНТА АО ЛГУ

Показано, что фотоэлектрические астрономические наблюдения поправок часов на пассажном инструменте слабо зависят от условий наблюдения в 1971 г. эффект 4 - 2 мс. Эта математическая ошибка не может быть объяснена эффектом ветра /эффект ветра в 1971 году 6±2 м.с., за 1972г. эффект пренебрежимо мал/. Чтобы

выяснить, можно ли эффект качества условий наблюдений объяснить концентрацией интенсивности света к центру изображения звезды, следует одновременно с регистрацией моментов прохождения звезд наблюдать за качеством изображения звезд.

Описана визирная решетка с передвижным окошком, которая позволяет вести автоматическую запись среднего момента. Таблиц - 1, иллюстр. - 2, библиогр. - 14 назв.

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

K. Š t e i n s

#### PAR PAKĀPENISKU AVE IEVĒŠANU LVU AO PASĀŽINSTRUMENTAM

Parādīts, ka pēc astronomiskiem novērojumiem ar fotoelektrisko pasāžinstrumentu noteiktas korekcijas lielums ir maz atkarīgs no novērojuma apstākļu iebuma (efekts ap  $4 \pm 2$  m sek.). Šī sistemātiskā kļūda nav saistīta ar vēja virzienu ietekmi uz korekcijas lielumu (efekts 1971.g. 6 m sek + 2 m sek) 1972.g. tāda nav.). Lai noskaidrotu, vai novērojumu apstākļu kļūda ir atkarīga no gaismas koncentrācijas uz zvaigznes attāla centru vienlaicīgi ar korekcijas noteikšanu, jānosaka zvaigznes attāla kvalitāte. Aprakstīts režģis ar pārbidāmo lodziņu, kas ļauj pielietot iekārtu automatiskai vidējo tranzitmomentu reģistrācijai.



## Summary

K. Šteins

INTRODUCTION OF AUTOMATIC CS FOR THE PASSAGE  
INSTRUMENT AT THE LATVIAN STATE UNIVERSITY  
ASTRONOMICAL OBSERVATORY

It is shown that the correction value determined from astronomic observations by means of the photo-electric passage instrument are only slightly dependent on conditions of observation (within  $4 \pm 2$  ms). This systematic error is not connected with wind direction effects upon the correction value (effect in 1971  $6$  ms +  $2$ ms no effect in 1972). For determination of error produced by conditions of observation connected with light concentration on the star image centre it is necessary to estimate the quality of the star image. A description is given of a grating with a moving window, which permits use of the instrument for registration of mean transit moments.

Настоящая статья докладывалась на всесоюзном совещании по автоматизации регистрации времени и определению координат, состоявшемся в Риге с 14 по 16 мая 1974 г.

УДК 529.7

А. В. И в а н о в

О СКАЧКАХ ЛИЧНО-ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ОШИБКИ ФОТО-  
 ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ АО ЛГУ В 1970 И 1973  
 ГОДАХ

Выравненная лично-инструментальная ошибка Службы времени АО Латвийского госуниверситета определяется главным образом принятием неточного значения долготы. Для фотоэлектрических наблюдений определения времени лично-инструментальные ошибки отдельных наблюдателей не должны отличаться. Усредненная ошибка зависит также от качества фотоэлектрической установки. Вариации лично-инструментальной ошибки в течение ряда лет представлены в таблице 1. Данные взяты из [1].

Т а б л и ц а 1

Вариация лично-инструментальных ошибок  $\Delta$   
 с 1968 по 1973 г. /в 0,001/

Год	Месяц											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1968			+25	+21	+24	+27	+29	+26	+22	+26	+32	+27
1969	+28		+27	+25	+21	+24	+26	+28	+28	+22	+18	+18
1970	+10	+9	+7	+7	+7	+7	+12	+11	+10	+11	+5	+9
1971	+12	+12	+14	+16	+16	+11	+11	+15	+13	+13	+16	+17
1972	+23	+28	+23	+25	+22	+20	+16	+17	+20	+16	+16	+20
1973	+18	+18	+17	+21	+21	+20	+16	+9	-4	-7	-5	

Все наблюдения проводились с постоянной времени 0,100с. Это значение принималось в качестве расчет-

LVU ZIN  
 BIBLIOTEKA

859-2-45

ного в течение всего периода с 1968 по 1973 год. Никакие изменения в эти годы инструментов в фотоэлектрической установке и пассажном инструменте не осуществлялись за исключением замены неисправных деталей в том числе замена ФЭУ. В 1969, 1970 и 1971 годах Служба времени АО Латвийского госуниверситета была по устойчивости наблюдений лучшей среди служб участвующих в "Эталонном времени". Скачок с 1968 и 1969 годов на 1970 год объясняется нами переходом всех служб времени на другую систему вычисления эталонного времени [2].

Т а б л и ц а 2

Изменения средней за год лично-инструментальной ошибки  $\sigma$  некоторых служб времени /в 0,001%/

Год	Служба времени						
	$M_m$	$M_{\text{оиф}}$	П	$I_{\text{миф}}$	$I_a$	$L_a$	Р
1968	- 3,6	+ 5,1	-1,1	+41,1	+70,9	+33,2	+24,9
1969	+ 3,1	+12,6	+9,4	+37,7	+72,4	+24,1	+25,2
1970	+15,8	- 7,4	+9,9	+27,7	+27,6	+ 2,9	+ 9,7
1971	+10,9	- 7,6	+1,8	+25,9	+31,4	- 3,4	+14,0

Это предположение подтверждает табл.2,3. В таблице 3 дано абсолютное значение изменения средней за год лично-инструментальной ошибки  $\sigma$  усредненное по всем приведенным в таблице 2 службами времени при переходе на следующий год, т.е.

$$\sigma_{1968 \rightarrow 1969} = \frac{\sum | \sigma_{t+1} - \sigma_t |}{n}$$

Обозначения Служб времени соответствует принятым в [1] :

Мм - Всесоюзного научно - исследовательского института физико-технических и радиотехнических измерений в Менделеево.

Мо - Государственного астрономического института им. Штернберга и Центрального научно-исследовательского института геодезии, аэрофотосъемки и картографии в г. Москве.

П - Главной астрономической обсерватории АН СССР в Пулкове.

Им - Сибирского филиала Всесоюзного научно-исследовательского института физико-технических и радиотехнических измерений Л.Г. Иркутске.

Иа - Государственного университета им. Жданова в г. Иркутске.

Ла - Государственного ордена Ленина университета им. Жданова в г. Ленинграде.

Р - Латвийского государственного университета им. Петра Стучки в г. Риге.

Индекс 1 ф означает инструмент.

Переход	Среднее от $\Delta\epsilon$
1968—1969	6,0
1969—1970	7,0
1970—1971	4,9

С августа 1973 г. значение ошибки стало изменяться. В дальнейшем в статье дается объяснение этого скачка.

С 1963 г. в службе времени АО ЛГУ применяется фотоэлектрическая установка сконструированная К.А.Цирулисом [3]. В связи с тем, что установка все время работала очень стабильно в последнее время запаздывание определялось очень редко. Летом 1973 г. начались испытания регистрирующей установки, дающей среднее значение моментов прохождения. Для сравнения старого и нового способа одновременно применялась регистрация на хронографе. Имелись значительные трудности при попытке подключения устройства для определения среднего значения моментов прохождений. Поэтому при объяснении изменения  $\Delta$  мы, естественно, исходили из предположения, что подключение к фотоэлектрическому усилителю еще одного устройства привело к изменению запаздывания. Электрическая схема фотоэлектрической установки в той части, где был подключен вход устройства определения среднего момента, представлена на рис. 1. Здесь сразу следует отметить, что приведенная в статье [3] схема не соответствует применяемой в настоящее время. В 1964 г. был введен еще дополнительный каскад усиления на лампе  $\Lambda 12$  /рис. 1/. В свою очередь лампа  $\Lambda 11$  используется в схеме катодного повторителя для того, чтобы подключение микроамперметра для установки нуля и контроля сигнала во время регистрации не влияло на баланс усилителя. В остальной схеме полностью соответствует приведенной в [3]. Установка имеет такую особенность, что до того, как сигналы от фотоэлектронных умножи-

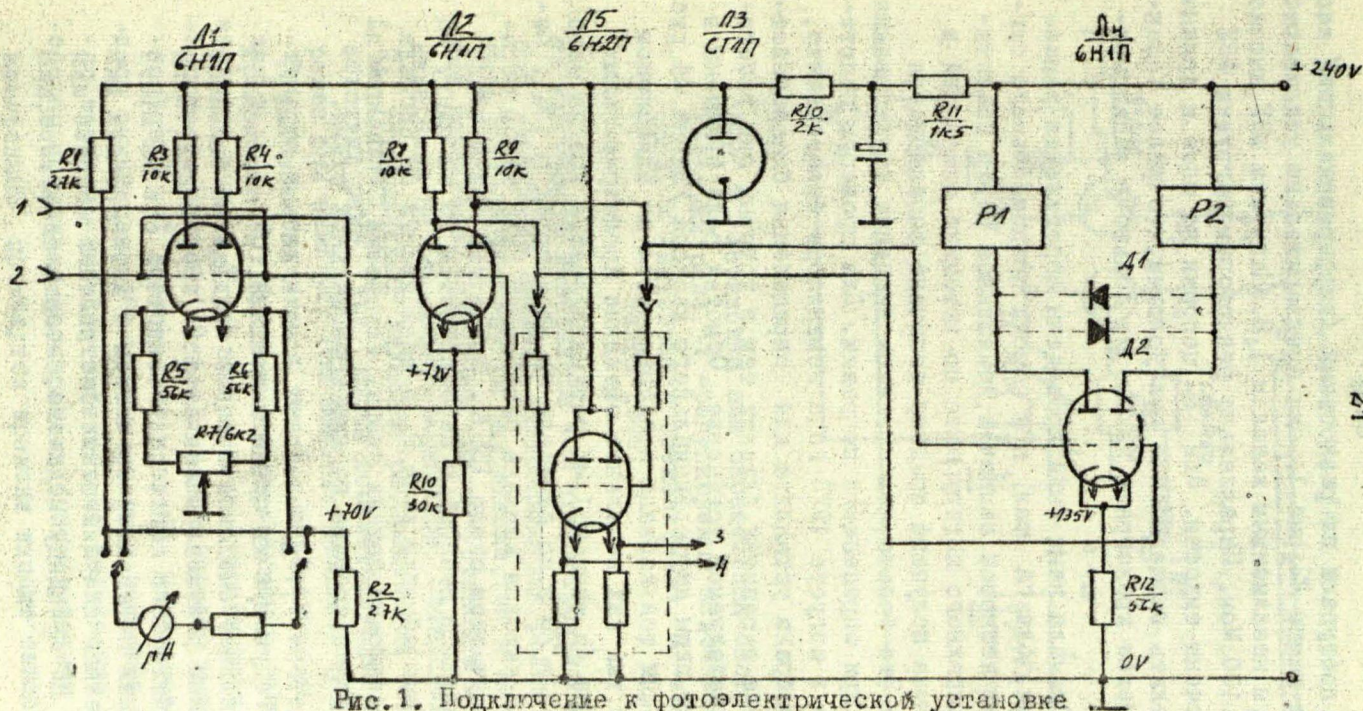


Рис. 1. Подключение к фотоэлектрической установке устройства определения среднего момента.  
 1, 2 вход от каскадов предварительного усиления. 3, 4 выход на устр. ср. момента.

телей поступают на равностный /дифференциальный/ каскад на лампе Л2, рис. 1., они предварительно усиливаются по двум независимым каналам 1,2. Нагрузка ФЭУ высокоомная 100 Мом. Параллельно резисторам нагрузки ФЭУ подключены емкости. Эти RC цепочки по идее и должны определить запаздывание при условии, что реле баланса и реле хронографа не вносит большого запаздывания.

Сначала нами были проведены определения запаздывания, сдвига фаз при помощи прямоугольного сигнала от неоновой лампочки, помещенной перед объективом пассажного инструмента по методике описанной в [3]. Была получена средняя величина запаздывания 0,118с. Это больше, чем принятое значение запаздывания 0,100с при определении поправки. Для проверки гипотезы, что в августе 1973 года изменилось запаздывание, была собрана установка для определения быстродействия реле в режимах, близких тем, в которых они работают в исследуемой установке. Обмотки реле включены в анодные цепи дифференциального каскада /лампа Л4 рис. 1/. Общий ток каскада поддерживается на одинаковом уровне, так как начальное смещение предварительных каскадов /в точках 1,2/ устанавливается всегда одно и тоже + 70 в по делителю на резисторах  $R_1$ ,  $R_2$ . Потенциал катодов каскада балансного реле таким образом получается около 135 В. Общий ток лампы около 2 миллиампера полностью переключается то на одну, то на другую обмотку реле  $P_1$  в зависимости от сигнала на управляющих сетках лампы. Установка, показанная на рис. 2, то же собрана по дифференциальной схеме.

Транзисторы  $T_1$ ,  $T_2$  подобраны с одинаковыми параметрами. Регулируя их общий эмитерный ток  $I_E$ , а так же начальное смещение транзистора  $T_2$ , можно добиться различных режимов реле. Диод  $D_1$  предотвращает пробой эмиттерного перехода транзистора  $T_1$ . Электронносчетный интегратор времени Ф-481, специально предназначенный для измерения быстродействия реле, работает по принципу подсчета числа импульсов опорно-

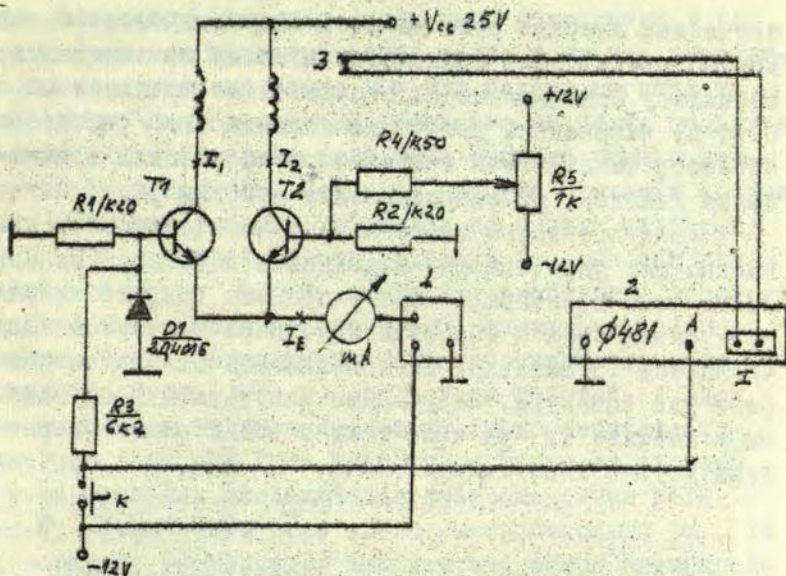


Рис. 2. Установка для определения быстродействия реле. 1 -регулируемый источник тока. 2 -интегратор времени  $\Phi$ -481. 3 -контакты реле.

го кварцевого генератора 100 кГц, встроенного в прибор. Измерение времени быстродействия реле может быть произведено как на размыкание, так и на замыкание контактов. Проследим работу установки в режиме измерения на размыкание контактов. Потенциометром  $R_5$  устанавливает желаемое распределение токов в обмотках реле, так чтобы соответствующий контакт реле был замкнут. При нажатии кнопки  $K$  транзистор  $T_1$  закрывается и весь ток  $I_1$  переключается на транзистор  $T_2$ , обеспечивая переключение реле. Одновременно по входу  $A$  запускается управляющая схема интегратора  $\Phi$ -481, обеспечивающая подачу импульсов счета на его счетчик. Поступление импульсов на счетчик прекращается в момент разрыва контакта реле. Таким образом счетчик зафиксировал количество импульсов, соответствующее времени быстродействия реле. В измеренный промежуток времени входит также элек-



трическая инерция реле за счет индуктивности обмотки. Время переключения транзисторов можно не учитывать, поскольку применялись высокочастотные транзисторы. К тому же напряжение источника питания  $V_{cc}$  /рис.2/ выбирается таким, чтобы транзисторы не входили в насыщение /зависит от сопротивления обмотки реле/.

Были проведены измерения времени быстрого действия именно тех реле, которые находились в установке. Контакты реле хронографа отрегулированы так, чтобы при отсутствии тока в обмотках одна пара контактов была замкнута. То есть, при полном балансе токов контакты реле уже замкнуты. Полученные результаты представлены в таблице 4. При этом токи в обеих обмотках реле были установлены одинаковые  $I_1 = I_2 = \frac{1}{2} I_c$ .

Т а б л и ц а 4

Время реакции реле хронографа фотоэлектрической установки АО ЛГУ

Общий ток (мА)	3	2	1	0,5
Время реакции (мсек)	2,6	1,7	1,5	1,0

Таким же методом было обследовано реле баланса, находящееся в установке. При различных режимах  $I_c = 0,5 \dots 6$  мА и начальных отношениях  $I_2/I_1$  до того, что  $I_1 = I_2$ ,  $I_2 = 0$ , время реакции реле не получилось больше чем 3,6 миллисекунд. Таким образом можно было заключить, что время реакции реле достаточно мало, чтобы не вызвать столь больших изменений запаздывания /18 миллисекунд/. После этого был проведен тщательный осмотр установки, в целях обнаружения возможных технических некорректностей. Обнаружили, что параллельно анодам лампы Л4 балансного реле подключены диоды  $D_1, D_2$ , показанные на рис.1 пункти

ром. Выяснилось, что эти диоды были подключены в целях устранения дрожания реле после того, как установке была подключена лампа  $\Lambda_5$  для подачи сигнала на устройство для определения среднего значения моментов прохождений. Дрожание реле было снижено, однако полностью не устранено. Истинная причина дрожания состояла в самовозбуждении установки на низких частотах в связи с перегрузкой стабилитрона  $\Lambda_3$ , так как для питания анодных цепей лампы  $\Lambda_5$  требовался дополнительный ток. После перестановки режима стабилитрона, диоды по невнимательности не были отключены, и установка с августа 1973 г. продолжала работать с ними. Для выяснения влияния диодов на быстродействие балансного реле, они были подключены таким же образом в установке для исследования быстродействия реле, рис. 2. После этого реле имело быстродействия 12...16 микросекунд. Объясняется это тем, что здесь антипараллельно включенные полупроводниковые диоды работают как ограничители напряжения, не позволяя возникнуть большой разности токов в обмотках реле. Поэтому реле запускается "вяло". Реакция реле 12...16 мсек вполне объясняет увеличение запаздывания установки. После отключения диодов, вновь были проведены измерения по определению запаздывания установки. Результат этих замеров 0,098 с.

Таким образом изменение лично инструментальной ошибки следует отнести к технически некорректному включению реле. Это могло бы быть сразу замечено, если бы чаще проводились определения запаздывания, во всяком случае каждый раз после сколько-нибудь значительных манипуляций с установкой. Измерения времени запаздывания поляризованных реле позволяют сделать вывод, что стабильность запаздывания всей фотovoltaической установки можно обеспечить с точностью  $\pm 1$  мсек.

## Л и т е р а т у р а

1. "Эталонное время в средние моменты передачи радиосигналов", 1968 - 1973.
2. Белоцерковский Д.Ю. Вычисление эталонного времени радиосигналов, оценка точности работ служб времени и точности определения эталонного времени в 1970 году. - "Эталонное время в средние моменты передачи радиосигналов", 1971, февраль.
3. Цирулис К.А. Фотоэлектрическая установка регистрации моментов прохождения звезд. - "Уч. записки Латв.ГУ", 1964, т. 68, вып. 2.
4. Огриньш М.П. Устройство для определения среднего момента прохождения звезд. - "Уч. записки Латв.ГУ", 1972, т. 169.

## Р е з ю м е .

А. В. И в а н о в

О СКАЧКАХ ЛИЧНО-ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ОШИБКИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ АО ЛГУ В 1970 И 1973 ГОДАХ

В статье дается объяснение изменения лично-инструментальной ошибки фотоэлектрической установки АО ЛГУ в 1970 по 1973 годам. Они объясняются переходом на другую систему вычисления эталонного времени в 1970 г. и некорректному включению реле в 1973 г. Приводится схема установки для измерения запаздывания поляризованных реле в таких режимах, как в фотоэлектрической установке. Анализ результатов службы времени АО ЛГУ показывает, что фотоэлектрические пассажные инструменты способны давать в течение долгих лет точность поправки часов до  $\pm 0,003$  с.

Таблиц - 4, иллюстр. - 2, библиогр. - 4 назв.

## K o s s a v i l k u m -

A. I v a n o v s

PAR PERSONĪKĪ-INSTRUMENTĀLĀS KĻŪDAS LĒCIENIEM  
LVU AO LAIKA DIENESTA FOTOELEKTRISKAJAI IEKĀRTAI  
1970. UN 1973. GADĀ

Dots izskaidrojums personiski-instrumentālās kļūdas lēcieniem 1970. un 1973.gadā LVU AO Laika dienesta fotoelektriskajai iekārtai. Kļūdas vērtības lēcieni izskaidroti, 1970.gadā visiem laika dienestiem pārejot uz citu etalona laika skaitļošanas sistēmu un 1973.gadā ar nekorrektu balansa releja izmantošanu. Dots arī iekārtas shēma releju strdarbības mērīšanai pie tādiem pašiem režīmiem kā fotoelektriskajā iekārtā. LVU AO Laika dienesta rezultātu analīze parāda, ka fotoelektriskie pašinstrumenti var dot ilgstoši pulksteņa korekciju ar precizitāti līdz  $\pm 0,0033$ .

## S u m m a r y

A. I v a n o v s

PERSONAL AND INSTRUMENTAL ERROR LEAPS IN THE  
PHOTOELECTRIC TIME-SERVICE DEVICE OF THE LATVIAN  
STATE UNIVERSITY ASTRONOMICAL OBSERVATORY IN THE  
YEARS 1970 AND 1973

Personal and instrumental error leaps in the work of the photoelectric time-service device of the Latvian State University Astronomic Observatory are explained. The error values of 1970 are due to change-over to a new system of standart time evaluation. The 1973 errors have been attributed to incorrect use of balancing relays. A

circuit is suggested, permitting measuring relay fast-action under conditions with those of photoelectric device. An analysis results obtained by the Latvian State University time-service shows that photo-electrical passage instruments can give continuous clock-time corrections with accuracy up to  $\pm 0,003$ .

УДК 522.98

К. А. Ш т е й н с,  
А. В. И в а н о в

### КАТАЛОГ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ ЗВЕЗД КАТАЛОГА КСВ

При фотоэлектрических наблюдениях моментов прохождений звезд изображение звезды движется по дорожке, пересекая щели. Остальная часть визирной решетки закрыта. Однако, на той же самой дорожке могут одновременно находиться другие звезды. Наблюдатели подбирают звезды таким образом, чтобы ненужных ярких звезд на дорожке не было, но и более слабые звезды могут значительно исказить регистрируемые моменты. Так как в различных службах времени применяются дорожки разной длины и ширины, то моменты прохождений в разных службах времени скажутся по равному. На одном и том же инструменте в зависимости от прозрачности неба получаются разные поправки, если звезды, находящиеся на дорожке, имеют различный спектральный класс, т.к. поглощение зависит от длины волны. Чтобы оценить ошибку в регистрации моментов, предположим, что по дорожке движутся две звезды, имеющие величины  $m_1$  и  $m_2$ , отстающие друг от друга на некоторое целое число расстояний /щель+отражающая полоса/=  $D$  и фазу  $\alpha$  в упомянутых единицах. Моменты отмечаются при одинаковых интенсивностях тока  $U_0$ . Имеем

$$\begin{aligned} c 2,512^{-m_1} \sin(2\pi \frac{x_1}{D}) + c 2,512^{-m_2} \sin(2\pi \frac{x_1}{D} + \alpha) &= U_0, \\ c 2,512^{-m_1} \sin(2\pi \frac{x_2}{D}) + c 2,512^{-m_2} \sin(2\pi \frac{x_2}{D} + \alpha) &= U_0, \end{aligned} \quad (1)$$

где  $c$  некоторая постоянная,  $x_1$  и  $x_2$  время в единицах  $D$ .

в двух последующих моментах. Из (1) следует

$$\sin \pi \frac{X_1 - X_2}{D} \cos \pi \frac{X_1 + X_2}{D} + 2,512 \Delta m \sin \pi \frac{X_1 - X_2}{D} \cos \left( \pi \frac{X_1 + X_2}{D} + \alpha \right) = 0. \quad (2)$$

Если  $|\Delta m|$  достаточно большое, то

$$\pi \frac{X_1 + X_2}{D} \approx \frac{\pi}{2}$$

и, следовательно, поправка в регистрации среднего момента за наличие второй звезды за одно общее прохождение равна

$$\Delta \pi \frac{X_1 + X_2}{D} = 2,512 \Delta m \sin \alpha.$$

Если на всей длине щели имеются  $n$  пар пересечений и из них  $n_1$  общих, то поправка к среднему моменту равна

$$\left| \Delta \pi \frac{X_1 + X_2}{D} \right| = 2,512 \Delta m \frac{n_1}{n} \left| \sin \alpha \right|.$$

Максимальное значение поправки при  $\alpha = \frac{\pi}{2}$ ,  $\frac{3\pi}{2}$  равно

$$\left| \Delta \pi \frac{X_1 + X_2}{D} \right|_{\max} = 2,512 \Delta m$$

В таблице 1 даются максимальные значения поправки в секундах времени при наличии одной добавочной звезды при регистрации одной пары моментов прохождений экваториальной звезды для АПМ-10 при ширине щели в 0,1 мм. Для звезды со склонением  $\delta$  поправка в  $\text{сек} \delta$  рав больше.

При автоматическом наведении трубы на звезду необходимо гнать яркость окружающих звезд по сравнению к той звезде, на которую направляют трубу.

В таблице 2 помещены: 1/ данные, которые необходимы при оценке поправок от окружающих звезд, находящихся на дорожке и 2/ данные, необходимые при наведении трубы на звезду каталога КСВ [ 1 ] по каталогу САО [ 2 ] т.е.  $\Delta m$ ,  $\Delta \delta$ ,  $\Delta \alpha \cos \delta$  при следующих условиях

$$1/ \quad |\Delta\alpha \cos \delta| < 2'', \quad |\Delta\delta| < 30''.$$

$$2/ \quad |\Delta\alpha \cos \delta| < 4', \quad |\Delta\delta| < 1'.$$

Данные имеются для  $\delta > 8^\circ$ .

Таблица 1

$\Delta m$	$\left  \Delta \frac{X_1 + X_2}{2} \right _{\text{max}}$
-3	0,028 с
-4	0,011 с
-5	0,005 с
-6	0,002 с
-7	0,001 с

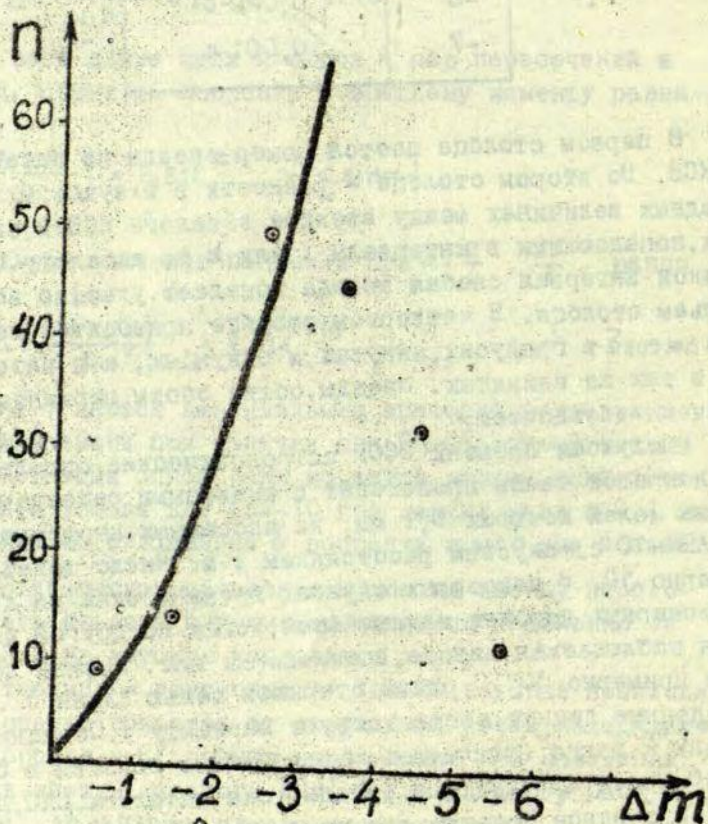
В первом столбце дается номер звезды по каталогу КСВ. Во втором столбце — разности в визуальных звездных величинах между звездой каталога КСВ и звездами, попадающими в интервалы 1 или 2 по каталогу САО. В какой интервал слабая звезда попадает указано во третьем столбце. В четвертом столбце приводится величина  $\Delta\alpha \cos \delta$  в градусах, минутах и секундах, а в пятом —  $\Delta\delta$  в тех же единицах. Звезды, общие обоим вариантам, отмечены звездочкой.

В службах времени СССР астрономические определения поправок часов происходят с визирными решетками, ширина щелей которых 0,1 мм, на пассажных инструментах АПМ-10 с фокусным расстоянием 1 м. Число щелей примерно 10. В некоторых службах времени одна из двух стационарных дорожек закрывается, когда по другой движется наблюдаемая звезда, в некоторых нет. Ширина дорожки примерно 30". С одной открытой щелью длины 5'. Приведенные данные соответствуют варианту 1. По данным таблицы 2 можно подсчитать, что на длине дорожки в 5' для 10 звезд КСВ имеются звезды фона каталога САО. Для дорожки с вдвое большей длиной имеется вдвое больше звезд КСВ со звездами фона САО. При длине дорожки в



2° имеются 170 звезд. Здесь закон прямой пропорциональности несколько нарушается. Это объясняется тем, что у одной звезды КОВ имеется на дорожке несколько звезд САО.

Каталог САО содержит звезды примерно до 9 звездной величины. Следовательно, полную информацию о звездах фона имеем только для звезд, у которых  $|\Delta m| < 3^m$ , т.е. о звездах фона, сильно искажающих моменты прохождения звезд. Чтобы получить представление величине поправки на искажение звезд любой звездной величины, рассмотрим график числа звезд варианта 1 в зависимости от  $\Delta m$  (рис. 1). Из графика видно, что до  $\Delta m = -3^m$



число звезд возрастает, а потом убывает. Следовательно, надежные данные имеем до  $\Delta m = -3^m$ . Обобщим эти данные на остальные звезды, считая, что число звезд на одну звездную величину возрастает в три раза. С другой стороны учтем, что звезды фона размещены по дорожке /множитель  $1/2$  / и по фазам /множитель  $1/2$  / равномерно. Попадание нескольких звезд на дорожку при увеличении  $|\Delta m|$  в основном увеличивает множитель  $1/2$  / учета равномерного размещения звезд фона по дорожке. Учитывая данные таблицы 1, приходим к следующим средним данным.

1/ Имеются 20 /60/ звезд КСВ с ошибкой из-за влияния звезд фона величины  $0,003 \text{ sec } \delta$  /  $0,002 \text{ sec } \delta$  /.

2/ Большинство звезд КСВ имеют ошибку из-за влияния звезд фона величиной  $0,001 \text{ sec } \delta$ . Отметим, что данные с двумя открытыми стационарными целями более чем вдвое хуже. Не рекомендуется фотоэлектрический наблюдатель с визирными решетками слабые звезды.

Рассматривая данные варианта 2, т.е. условия автоматического наведения трубы на звезду, будем предполагать  $\Delta m < -3^m$ , т.к. визуально определенные  $\Delta m$  не вполне соответствуют фотоэлектрическим наблюдениям с визуальным объективом. Убеждаемся, что имеется 200 звезд КСВ, у которых  $\Delta m > -3^m$ , если просмотр начинать в интервале  $\pm 1^\circ$ . Очевидно в этом случае невозможно составить удовлетворительный список звезд для нужд служб времени на основе каталога КСВ. Число непригодных звезд для автоматического наведения трубы на звезду уменьшается пропорционально уменьшению интервала просмотра и при интервале  $5'$  практически все звезды КСВ могут быть установлены автоматически в поле зрения.

1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	2	1,2	0	2	38	52	3		
	2	1,7	-0	1	51	23	0		
	2	2,7	-0	1	39	52	2		
	2	3,0	-0	0	11	46	22		
	2	2,9	-0	2	27	-47	43		
	2	3,0	-0	1	2	14	1		
	2	1,3	-0	4	59	31	10		
2	1	2,9	0	5	7	22	0	23	
3	1	3,1	1	7	49	0	8		
	2	1,9	0	2	33	30	58		
	2	3,2	+0	1	15	48	23		
	2	3,0	-0	1	9	58	19		
	2	3,1	-0	3	44	-32	19		
6	2	5,7	0	2	54	-47	51		
8	1	5,1	-1	6	54	-0	7		
9	2	4,5	0	3	4	27	39		
11	2	3,6	0	4	20	-34	9		
	2	3,2	-0	0	27	-26	1		
13	2	2,9	-0	1	27	-49	57		
15	1	4,8	-1	3	4	22	7		
	2	4,5	-0	1	35	23	40		
	2	4,0	-0	4	33	8	17		
16	2	4,4	0	2	55	25	29		
17	1	4,5	-1	4	27	-0	8		
	2	4,2	0	1	45	51	36		
	2	4,5	-0	0	18	11	21		
18	1	6,3	0	5	41	-0	18		
	1	6,3	0	1	5	-0	13		
	1	5,2	-0	4	17	0	12		
	2	6,5	0	1	15	47	36		
	2	4,8	-0	4	41	-38	1		
19	1	3,5	1	7	56	-0	25		
	2	4,2	0	4	16	6	12		
	2	0,8	0	2	48	25	14		
21	1	3,0	0	6	8	-0	10		
	2	4,5	0	3	34	46	46		
22	2	4,1	0	2	41	-35	44		
	2	3,9	-0	0	38	-29	44		
	2	5,8	-0	2	53	27	20		
23	2	4,9	0	3	36	-32	13		
	2	2,7	-0	0	36	21	14		
	2	5,8	-0	2	43	-51	0		
	2	6,2	-0	4	13	22	58		
	2	5,6	-0	4	21	22	39		
	2	3,8	-0	4	18	-42	20		
	2	5,9	0	2	2	42	37		
	2	5,8	-0	0	10	37	6		
	2	5,1	-0	0	29	41	0		
	2	6,0	-0	0	34	58	41		
25	1	3,0	0	16	49	-0	28		
	2	3,5	-0	1	26	13	14		
26	1	4,0	-0	30	15	-0	23		
	2	3,8	0	1	49	23	20		
	2	4,2	-0	2	29	34	9		
27	2	3,2	-0	1	13	-23	51		
	2	3,1	-0	4	26	50	13		
28	1	1,8	1	32	11	-0	24		
	2	3,5	-0	2	9	-12	49		
	2	1,7	-0	3	54	42	38		
29	2	3,4	0	2	23	-17	56		
	2	2,5	-0	1	44	-51	10		
	2	3,7	-0	2	50	-52	29		
30	1	4,3	0	24	42	-0	18		
	2	4,1	0	3	47	39	56		
	2	4,5	0	3	24	50	21		
	2	4,1	-0	3	13	-57	0		
31	2	3,4	0	2	41	-25	18		
37	2	4,0	0	3	57	18	43		
	2	3,7	-0	3	18	52	57		
38	2	3,5	0	0	46	2	1		
	2	3,7	0	0	36	-30	18		
	2	3,1	-0	4	46	-53	22		

	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5				
39	2	5,2	0	0	12	18	36	57	2	5,7	-0	4	53	-10	23
	2	4,6	-0	3	52	15	6	59	2	3,0	0	3	17	23	30
	2	4,5	-0	4	48	-16	46	60	1	2,7	0	41	44	-0	8
40	1	3,6	-1	34	35	0	19	61	2	0,2	-0	0	23	-44	22
	2	1,1	0	3	47	54	18		2	1,3	+0	4	30	+46	13
	2	3,7	0	0	8	45	0		2	3,0	-0	4	20	50	39
41	2	2,6	0	4	29	-17	14	62	2	1,0	0	4	13	-22	46
42	2	3,0	0	2	31	13	3		2	4,6	-0	2	22	4	35
	2	4,7	-0	0	14	29	2	63	2	2,2	0	4	5	32	3
	2	5,1	-0	0	52	-48	12		2	1,9	0	3	25	-7	13
	2	4,7	-0	1	35	-35	21		2	2,9	0	2	32	42	2
	2	4,1	-0	4	19	31	37		2	2,7	0	1	3	48	34
43	1	3,8	0	10	33	-0	22		2	0	-0	0	48	22	59
	1	2,4	0	3	14	59	22		2	2,3	-0	2	31	4	59
45	2	4,2	0	2	51	-35	58		2	2,9	-0	3	27	51	36
	2	4,3	0	1	15	59	29		2	2,5	-0	3	28	53	21
	2	3,4	0	0	39	-33	35		2	2,4	-0	4	5	41	27
46	2	2,2	-0	0	20	-44	38		2	2,9	-0	4	26	-41	23
47	2	2,1	-0	4	49	35	49	64	1	2,2	-0	52	58	0	12
48	2	1,6	-0	2	24	-3	58		1	3,3	0	2	31	11	12
49	1	2,9	0	59	55	-0	20		2	1,0	0	0	50	54	27
	1	3,1	0	23	56	0	24	65	1	3,6	0	39	6	-0	5
	2	3,3	0	4	55	-49	23		1	3,8	-1	39	36	0	10
	2	1,8	0	4	30	13	23		2	2,5	0	2	13	-45	29
	2	2,5	0	2	40	12	13		2	3,2	-0	4	17	-16	40
	2	3,3	-0	1	47	47	13		2	3,4	-0	4	46	-30	22
	2	3,4	-0	2	43	-15	14	66	2	3,9	0	2	11	-58	3
	2	2,1	-0	3	46	-11	3		2	3,4	0	0	36	-13	15
50	2	5,5	0	0	50	56	7	68	2	4,0	-0	3	0	-1	46
51	2	2,3	0	2	50	-36	54	69	2	3,3	0	2	10	30	46
	2	0,3	0	2	49	-1	34		2	2,2	-0	2	4	26	19
	2	2,7	-0	1	53	-42	55	70	2	3,1	-0	1	50	-46	10
	2	2,9	-0	2	30	-21	3	71	2	2,2	-0	0	33	24	17
53	1	2,5	0	49	26	0	28		2	1,4	-0	1	59	25	32
56	1	2,5	0	55	41	0	5	73	1	2,1	1	7	59	-0	14
	2	2,4	0	1	22	-26	29		2	4,0	0	3	24	-18	34
	2	2,5	-0	3	3	29	28		2	3,5	-0	2	31	-3	35

1	2	3	4	5	1	2	3	4	5								
73	2	3,1	-0	2	43	-	3	55	95	1	4,5	1	2	27	-	0	1
	2	3,5	0	2	29	54	15			2	4,4	0	0	52	-46	42	
75	1	4,7	-0	39	48	0	22			2	4,5	-0	2	15	-58	49	
	2	4,2	-0	4	57	31	59		98	2	4,4	0	2	42	-30	15	
77	2	2,9	0	3	26	-25	46			2	4,0	0	1	18	-15	58	
	2	3,9	-0	1	28	12	14			2	2,5	0	0	57	55	55	
78	2	4,8	0	3	49	30	27			2	4,2	-0	0	1	21	59	
	2	5,3	0	2	2	9	14			2	1,5	-0	0	21	-	6	32
	2	5,3	0	1	40	1	12			2	4,4	-0	0	35	25	3	
79	2	4,5	0	3	8	9	33		99	2	4,3	-0	3	59	-38	26	
80	1	1,0	1	13	22	0	18		101	1	2,6	1	34	0	-	0	13
	1	2,8	-1	32	24	0	26			2	4,6	0	4	30	24	29	
	1	2,9	-1	36	34	-	0	17		2	4,2	-0	2	59	55	53	
81	2	4,1	0	3	45	42	33		104	2	2,3	0	2	8	34	6	
	2	4,8	-0	3	24	-36	13			2	3,5	-0	0	7	-57	14	
	2	4,5	-0	4	19	1	10			2	3,7	-0	0	21	55	52	
83	1	2,9	-1	17	8	0	14		108	2	2,7	0	3	16	46	39	
	2	3,8	0	3	55	10	49			2	4,2	0	1	33	-21	9	
	2	3,8	-0	0	27	51	41		109	1	4,1	-0	1	45	-	0	9
84	2	3,9	0	0	43	-43	39			2	4,1	-0	1	45	-	0	9
86	2	4,5	-0	2	42	52	40		110								
87	2	3,0	-0	3	7	-22	21			2	2,8	-0	4	44	-40	39	
88	1	6,0	1	58	59	0	25		111	2	4,0	-0	0	10	-48	20	
	2	5,8	0	4	6	-	6	22		2	3,1	-0	1	51	17	42	
	2	4,9	0	0	0	-37	46		112	1	5,0	1	7	27	-	0	12
90	1	4,1	-1	50	57	-	0	3		2	4,8	-0	3	45	33	26	
	2	4,4	0	0	48	-32	17		115	2	2,9	-0	4	18	29	42	
92	2	3,1	0	4	50	9	52		116								
	2	3,1	-0	1	42	-	6	28		2	4,2	-0	1	36	-13	32	
	2	2,9	-0	4	42	-	8	50	119	2	4,4	-0	0	38	-39	43	
93	1	1,6	0	15	12	-	0	12		2	4,3	-0	2	56	-46	6	
95	2	7,1	0	0	47	-	1	8		2	4,7	-0	3	58	44	12	
	2	6,9	0	0	14	11	42		120	2	2,6	-0	3	0	-44	23	
	2	6,9	-0	0	11	38	23			2	2,3	-0	3	9	3	10	
	2	6,1	-0	2	0	43	16			2	3,4	-0	3	26	-27	55	

121	1 3,4	- 1 25	11 - 0	4	145	2 4,8	- 0 4	26 36	.30
	2 3,9	- 0 0	11 54	48	146	2 2,1	- 0 2	1 32	42
	2 3,7	- 0 3	48 14	44	147				
122	2 2,9	- 0 0	50 15	12		2 4,8	- 0 0	3 37	14
125	2 5,0	0 2	55 11	13	148	2 4,2	- 0 3	57 34	29
	2 3,9	0 2	31 45	7		2 3,7	- 0 3	55-32	9
126	2 2,1	0 1	45 -39	20	149	1 4,3	- 0.52	35 -0	7
127	2 4,8	0 0	6 -33	36		2 7,1	0 2	35 -9	44
128	2 3,5	0 4	5 -53	12		2 7,1	- 0 0	22 59	26
129	2 0,9	0 3	52 18	0		2 6,7	- 0 0	43 8	57
	2 2,2	0 3	13 39	20		2 6,8	- 0 2	56 24	42
	2 2,1	0 1	17 32	57		2 7,0	- 0 3	9-41	32
	2 1,9	- 0 3	9 48	19		2 6,6	- 0 3	28 37	39
130	2 0,7	0 0	36 1	52	150	1 5,8	- 0 1	49 0	7
	2 2,8	- 0 1	43 -28	37		2 5,8	0 0	38 -17	14
132	2 7,9	- 0 2	37 49	38		2 5,8	- 0 1	49 0	7
134	2 0,1	- 0 0	17 -23	40		2 5,5	- 0 2	53 34	56
	2 2,7	- 0 0	28 15	36	151	2 7,8	0 1	38 -8	15
	2 2,5	- 0 1	46 35	36	152	2 2,1	- 0 1	47-30	41
135	2 3,1	0 4	1 -21	59	153	1 3,2	0 27	31 0	10
136						2 2,6	0 3	38 13	10
	2 2,6	0 1	15 -48	20		2 3,2	0 1	14-39	29
	2 2,8	0 0	44 -49	12		2 2,9	0 1	12-13	10
	2 2,2	- 0 2	5 10	22		2 3,6	- 0 2	58-29	40
137	1 3,5	- 1 48	13 - 0	27		2 3,3	- 0 3	7-49	1
138	1 3,5	1 25	48 0	16		2 1,1	- 0 4	47-14	14
	2 3,5	- 1 2	40 - 0	22	156	2 7,2	- 0 1	27 16	18
	2 2,6	- 0 0	45 43	0	157	2 2,9	0 2	57 22	22
139	2 2,7	0 2	32 28	17		2 3,0	0 2	55 38	12
141						2 2,9	0 1	40-29	43
	2 2,9	0 3	33 20	14		2 3,0	0 1	29 13	11
	2 3,8	- 0 2	24 - 5	41		2 2,5	- 0 2	12-53	16
143	2 5,1	0 1	54 -48	38	159	1 2,5	0 43	48 -0	13
145	1 4,8	1 40	14 - 0	2		2 2,7	- 0 0	33 9	31
	2 4,6	0 0	39 1	12		2 3,5	- 0 2	49-28	6
	2 4,6	0 0	13 -56	35		2 2,4	- 0 3	29 19	10

	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5				
165	2	3,2	0	1	10	-49	22	187	2	7,1	0	2	35	-9	44
	2	2,0	0	2	45	50	28		2	7,1	-0	0	22	59	26
167	2	5,9	0	3	32	-8	36		2	6,7	-0	0	43	8	57
	2	3,5	-0	0	50	7	56		2	6,8	-0	2	56	24	42
168	1	3,8	1	23	52	0	12		1	3,0	-0	3	9	-41	32
	2	3,8	0	4	1	-30	22		1	6,6	-0	3	28	37	39
169	2	3,3	0	4	26	22	32								
	2	7,9	-0	3	13	40	34								
170	2	5,0	-0	0	33	43	57	188	2	3,6	0	1	11	-7	22
	2	2,4	-0	2	18	-15	42		2	3,8	-0	0	14	-19	3
	2	5,1	-0	2	36	-55	50	189							
	2	4,2	-0	4	19	-6	24		2	1,7	-0	0	50	-40	11
172	2	2,3	-0	0	53	-44	3	190	1	5,8	-0	1	49	0	7
	2	1,9	-0	3	27	56	46		2	5,8	0	0	38	-17	14
174	2	3,6	0	0	30	-6	43		2	5,8	-0	1	49	0	7
	2	3,2	-0	0	2	-36	51		2	5,5	-0	2	55	34	56
175	1	4,3	1	33	7	0	18								
	2	4,2	0	4	39	52	13								
	2	4,3	0	0	34	-49	58	191	2	2,5	0	1	54	-36	3
176	1	2,1	-0	26	36	-0	25		2	3,0	-0	3	6	-5	12
	2	3,5	0	0	20	-4	8		2	3,3	-0	4	16	-29	39
177	2	1,2	-0	3	29	47	0	192	2	3,7	0	4	6	33	37
178	2	3,3	0	4	59	9	6		2	3,0	-0	0	21	-38	47
	2	2,1	-0	3	45	-14	57		2	4,0	-0	0	23	14	19
	2	2,2	-0	4	54	38	35	193	2	3,9	0	0	38	-33	47
179	2	3,1	0	4	40	-32	55		2	3,8	-0	3	38	-47	26
	2	3,0	0	2	50	-50	7								
	2	3,0	-0	2	33	-50	41	194	2	4,9	-0	2	3	16	36
180	2	3,1	0	1	30	56	0		2	4,1	-0	4	41	-59	56
	2	3,6	0	0	30	-59	36								
185	1	4,3	-0	32	22	-0	12								
186	1	1,0	-0	6	23	0	20								
	2	3,0	0	1	8	-53	23								
	2	2,2	-0	2	43	-50	38	196	2	4,0	0	0	9	39	11
	2	3,0	-0	4	6	-45	19	199	2	5,1	0	2	59	-50	22
187	1	4,3	-0	52	35	-0	7		2	4,5	0	0	19	-1	36

	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
200	2	2,2	-0	2 11	-19 41	223	1	1,4	-0	1 39	-36 15
201	2	1,5	-0	1 19	-39 21	225	2	3,0	-0	3 24	11 56
	2	1,5	-0	1 59	33 51	226	2	3,1	0	3 16	-52 43
202	2	1,8	0	2 15	24 30		2	0,7	0	2 13	10 43
	2	3,3	0	0 33	-42 10		2	2,4	-0	4 57	-35 3
	2	1,8	0	0 7	-12 11	227	2	3,0	0	4 11	-20 5
205	2	2,5	-0	2 55	52 9		2	2,7	0	1 59	39 36
206							2	2,6	0	1 25	49 30
	2	2,0	0	2 59	- 8 2		2	2,7	-0	0 50	- 2 9
207	1	2,9	1	52 16	0 24	228	1	2,1	1	23 9	0 17
	2	4,0	0	2 34	56 44		2	3,2	0	3 47	44 13
	2	3,8	-0	1 29	38 11		2	3,1	0	3 35	10 10
208	1	2,1	1	50 9	- 0 26	229	1	0,7	1	25 57	- 0 18
	2	2,5	-0	4 47	-59 52		2	0,7	-0	3 41	-0 8
209	1	3,4	0	40 2	0 2	231	2	3,1	0	2 19	56 25
						234	2	3,0	0	2 51	-47 10
							2	3,3	-0	4 45	-32 55
						235	2	3,4	0	3 8	-58 49
211	1	2,0	-0	40 56	0 17		2	3,0	-0	0 22	-52 46
	2	3,1	0	0 48	-31 58	236	1	3,7	-0	48 18	- 0 8
214	2	4,7	-0	3 29	40 20		2	2,9	0	0 35	21 12
215	1	2,9	1	41 10	0 5		2	3,7	-0	0 25	51 6
	2	3,0	-0	2 50	9 55	237	2	2,8	0	1 39	13 48
	2	3,0	-0	4 13	-36 30	242	2	4,2	0	0 20	-14 30
	2	2,8	-0	4 56	19 10	244	2	3,3	-0	0 8	52 6
217	2	3,6	0	3 23	31 38	248	2	3,5	0	3 10	37 10
219							2	3,8	0	2 30	-15 34
	2	3,4	-0	2 42	22 31		2	3,7	-0	4 46	-38 37
220	2	1,7	0	4 48	18 6	249	2	2,8	-0	0 25	-15 57
	2	1,8	0	4 47	17 51		2	1,8	-0	1 17	-55 15
221	2	7,8	-0	3 10	-31 1	250	1	5,5	0	7 52	- 0 14
222	2	3,7	0	3 40	39 22		2	4,9	-0	1 20	-13 35
	2	2,2	0	3 4	24 18	251	2	4,0	0	4 10	- 2 48
	2	2,7	0	1 44	- 8 57	252	1	4,9	-0	35 22	0 3
	2	3,0	0	1 4	-44 38		2	5,2	0	4 48	-52 9
223	1	2,8	0	0 19	23 12		2	4,8	0	3 47	-30 50



	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5				
254	2	2,9	-0	0	31	21	48	281	2	1,6	0	2	11	20	15
	2	1,9	-0	3	38	10	24	282	1	3,2	-0	7	38	-0	6
	2	4,2	-0	3	43	31	30		2	2,8	-0	1	28	22	46
255	1	4,3	0	46	11	-0	22	283							
	2	3,9	-0	0	34	48	53		2	3,1	-0	0	46	-27	14
261	2	5,1	0	4	21	12	53								
	2	4,0	-0	1	36	-33	19	285	2	6,3	0	2	19	-0	46
	2	5,5	-0	2	16	-2	47	287	2	1,3	0	3	14	56	3
262	2	3,0	-0	1	33	-57	57	288	2	2,9	0	3	20	-38	26
263	2	3,8	-0	0	56	-30	1	289	2	4,8	-0	1	32	16	41
	2	3,4	-0	4	49	57	27	291	2	2,0	0	2	10	-16	20
266	2	5,0	-0	4	26	21	25	292	1	4,0	1	49	47	-0	2
268	2	4,4	-0	0	20	37	53	293	2	3,7	0	4	16	29	18
269	2	2,8	-0	0	3	-57	35	295	2	3,9	0	2	13	-22	29
270	1	3,5	-0	37	52	0	25		2	4,2	0	1	41	-1	6
	2	3,3	0	1	24	41	4		2	2,6	-0	0	20	-35	16
272	2	3,2	0	3	58	-28	16	296	1	3,1	0	34	52	-0	23
	2	3,1	-0	1	18	30	40	297	2	2,1	0	4	53	55	0
273	2	1,6	0	1	46	34	44	299	2	3,7	0	4	29	-1	58
	2	3,3	0	0	28	17	32	300	1	3,1	-1	33	54	0	16
	2	3,2	-0	0	39	13	8	301	2	2,8	0	3	5	28	22
	2	3,2	-0	0	51	-30	48		2	3,0	0	1	30	-26	55
275	1	5,4	0	34	28	-0	25	302	1	3,6	1	39	39	0	11
278	1	3,9	-0	44	44	0	22		1	2,8	-0	4	47	-0	11
	2	4,0	0	4	48	-58	33		2	3,6	0	4	45	13	4
									2	3,5	-0	4	13	-4	35
280	1	3,1	0	37	37	0	12		2	3,1	-0	4	11	-58	4
	1	2,5	-1	30	54	0	20		2	2,8	-0	4	47	-0	11
	2	3,2	0	2	10	-8	17	303	1	3,6	0	19	35	-0	28
	2	2,8	-0	4	45	-32	22		1	2,8	-0	7	5	0	26
									2	2,6	-0	0	23	3	16
									2	2,8	-0	0	23	3	36
								304	2	2,6	0	2	55	23	14
									2	3,2	0	2	42	46	31

	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5						
305	2	1,4	0	0	41	20	38	333	2	6;4	0	0	4	-39	18		
	2	3,2	0	0	0	30	45	337	1	2,5	-0	2	26	-	3	22	
	2	3,0	-0	1	36	27	7		1	1,8	-0	4	23	21	13		
306	2	2,3	0	1	37	-50	52	339	1	3,1	-0	2	17	-	5	44	
307	1	3,7	-1	20	51	0	15		2	3,9	-0	2	57	42	58		
	2	3,8	-0	1	9	-11	18		1	1,7	-0	4	2	-	2	47	
308								340	2	4,5	0	4	26	1	1		
	2	1,0	-0	0	55	-53	58		2	4,0	0	2	10	-30	28		
309	2	3,3	0	4	36	-33	13	343	2	2,8	0	3	34	8	1		
311	2	5,1	0	2	34	5	48	344	2	3,9	0	3	50	11	21		
	2	6,8	-0	1	14	-33	50		2	3,8	0	1	50	5	20		
313	2	2,1	0	4	0	51	52		2	3,5	0	1	17	10	30		
315	2	5,8	0	2	59	33	27		2	3,8	-0	4	29	-49	6		
316	2	2,2	0	0	4	24	21	345	2	2,1	0	3	12	-34	2		
	2	2,4	-0	4	57	-29	48	346	1	4,8	-0	1	50	-34	28		
317	2	5,1	-0	4	21	29	40	349	1	3,8	-0	8	34	-	0	18	
318	2	3,0	0	2	17	51	34		1	1,8	-0	20	57	-	0	17	
319	1	5,0	0	4	37	0	13		2	3,9	-0	6	14	1	4		
	2	5,0	0	4	37	0	13		2	3,0	-0	0	57	-46	31		
321								351	2	2,7	-0	2	12	-52	30		
	2	3,9	0	0	42	-50	7		2	1,9	0	4	51	40	15		
	2	3,9	-0	1	43	-53	44		2	3,5	-0	3	36	2	37		
322	2	3,1	0	1	30	24	31	354	2	0,8	-0	0	51	-21	47		
324	1	1,3	-0	24	27	0	21	357	2	3,4	-0	1	55	2	0		
325	2	3,0	-0	4	57	53	42	359	2	3,0	0	2	24	-14	12		
327	1	2,6	-0	51	35	0	27	360	2	3,4	0	2	43	32	14		
	2	2,2	0	0	10	48	31	362	2	1,5	0	1	13	-30	1		
	2	2,4	-0	2	2	59	27	363	2	3,0	-0	0	17	38	48		
328	1	3,2	1	35	33	-	0	0	365	2	7,3	0	2	31	-28	9	
	1	2,8	0	36	23	-	0	1		2	7,1	0	1	10	-51	36	
	2	3,5	-0	2	4	-27	49			2	7,3	-0	0	20	29	50	
329	2	2,6	0	1	59	19	1	366	2	3,5	0	4	34	13	32		
331	1	2,2	1	37	11	-	0	27	367	1	2,3	0	43	36	-	0	13
	2	2,7	0	6	8	-21	9		368	2	5,8	-0	1	49	-32	47	
	2	3,3	-0	0	53	-53	3		369	2	2,3	0	3	47	-43	14	
333	2	5,9	0	1	26	3	59			2	1,3	0	2	10	28	14	

1	2	3	4	5	1	2	3	4	5				
373	2	2,5	0	4 48	58	25	414	2	2,8	0	3 53	-58	13
	2	2,3	-0	0 54	27	0		2	2,4	-0	1 20	16	42
376	1	0,7	-1	15 40	0	16	415	2	2,9	0	3 47	-39	27
	2	3,9	0	4 32	14	5	416	2	2,6	-0	2 50	40	53
	2	3,2	0	4 23	24	29	417	2	2,9	0	2 59	58	44
379	1	0,7	1	15 40	-0	16		2	3,4	0	1 50	-59	6
382	2	4,4	0	4 3	24	5		2	3,3	-0	3 2	-2	4
	2	4,5	0	3 5	25	11	418	2	6,8	-0	3 31	-49	46
	2	4,8	0	3 0	5	26		1	3,6	1 49	17	0	6
383	2	3,4	-0	2 13	-13	57		1	3,3	-1	15 36	0	15
	1	1,8	-0	2 50	1	4		2	3,6	0	3 56	-15	31
390	2	2,5	0	2 46	57	22		2	2,8	0	0 45	-55	35
	2	0,8	-0	3 55	27	1		2	3,3	-0	0 20	28	34
	2	3,3	-0	4 27	28	8	422	2	4,1	0	1 5	-13	17
391	1	1,6	1 29	5	0	26		2	3,6	0	0 19	-7	46
	2	3,0	-0	2 3	39	59	424	2	2,8	-0	2 52	-27	33
393	2	6,0	-0	3 48	-55	31		2	3,1	-0	4 36	-50	38
395	2	5,7	-0	2 38	22	1	426	2	3,0	0	4 29	32	52
400	2	5,0	0	4 41	54	16	430	2	4,9	0	0 1	-12	35
	2	5,2	0	1 28	-58	15	432	1	3,7	0	3 22	51	27
401	1	3,2	-0	22 32	0	14	434	2	3,0	0	3 42	-25	49
	2	3,2	0	4 20	44	1		2	3,0	-0	1 60	52	34
403	2	1,5	0	2 12	-56	36	435	2	2,4	0	4 59	29	34
404	2	8,8	-0	3 25	-20	18	436	1	2,5	0 58	1	-0	19
	2	5,6	-0	4 47	17	53	437						
405	1	4,6	1 56	2	0	0		2	3,1	-0	2 9	21	10
	1	4,5	-0	22 8	-0	6		2	2,2	-0	2 23	-7	34
	2	2,6	0	3 52	31	14	438	1	2,0	0 17	0	0	23
	2	3,7	-0	1 9	-27	58	439	2	5,3	-0	3 13	-2	44
408	2	0,5	-0	4 22	9	28	440	1	5,1	-1 27	35	0	1
409	1	3,0	1 8	57	-0	21		2	4,8	-0	4 36	-53	59
	2	4,9	0	2 54	-16	53	441	1	2,4	0 49	35	0	9
	2	4,1	0	1 41	54	50	442	2	3,1	0	4 19	11	42
411	1	3,2	1 17	9	0	4	443	2	6,2	0	0 8	-33	20
412	1	4,5	-1 26	7	0	0		2	6,3	-0	0 2	-11	43
414	1	1,8	-1 20	29	0	10	444	2	3,4	-0	3 42	-34	22
	2	1,9	0	4 28	-10	22							

	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5			
447	2	4,2	-0	0	5	-26	28	481	2	3,9	-0	2	32	-44,54
	2	4,1	0	3	17	31	14	482	2	1,7	-0	0	33	-44
448	2	3,5	-0	2	18	56	27	483	2	3,4	0	0	30	-54
449	2	4,3	0	2	4	34	42		2	3,6	-0	0	28	-16
	2	4,1	0	0	50	-12	5	485	2	4,0	0	3	55	12
	2	4,4	-0	0	13	55	6		2	1,6	-0	2	39	5
	2	4,5	-0	1	16	38	43	487	2	3,6	0	1	21	-27
452	2	3,7	0	0	3	13	29	488	2	3,9	0	4	27	25
	2	4,0	-0	0	38	-8	37		2	3,8	-0	0	43	25
454	2	4,5	0	2	50	50	41		2	3,6	-0	1	19	14
455	2	4,0	-0	3	29	-25	45	490	2	5,3	-0	1	29	-54
	2	3,8	-0	3	50	15	39	491	2	2,9	0	3	36	49
458	2	3,2	0	4	7	-46	52	492	2	2,6	0	3	58	-15
	1	2,9	-0	4	22	42	23		2	1,6	0	0	43	28
459	2	3,7	-0	1	36	-25	6	495	2	4,1	0	4	44	55
460	2	2,0	0	0	30	-18	42		2	4,1	0	1	22	-59
463	2	2,2	0	2	24	-46	50		2	4,2	-0	0	10	-37
465	2	4,3	0	2	5	-19	5		2	3,9	-0	1	12	8
466	2	4,7	0	4	37	-53	6	496	2	3,8	-0	3	4	-2
	2	2,7	0	1	21	-10	58	497	2	2,9	0	2	59	-30
469	2	4,0	0	4	15	-8	45		2	2,5	-0	3	37	19
	2	3,7	0	4	13	33	4	498	1	1,0	0	0	3	-0
	2	3,9	0	1	2	26	18		1	3,9	-0	2	27	41
	2	3,8	-0	2	7	-53	43		1	4,0	-0	3	17	-8
470	1	2,6	1	35	4	0	18	499	2	3,3	-0	3	2	-31
	1	2,4	-1	22	52	0	18	500	2	6,0	0	1	35	-46
	2	1,5	0	3	23	20	36		2	5,5	-0	0	19	-51
473	2	0,0	0	0	21	-1	27	502	2	3,7	0	3	56	51
474	2	2,8	0	4	20	15	28	503	1	2,8	0	34	56	-0
	2	3,3	0	0	30	-6	50		2	2,7	0	2	41	16
	2	3,4	-0	2	53	22	49		2	3,0	0	1	41	22
477	2	4,0	-0	3	10	43	19		2	1,6	0	0	48	-49
479	1	4,2	1	38	24	-0	5		2	3,6	0	0	16	41
	1	5,1	-1	48	17	-0	11	504	1	5,1	1	27	21	0
481	2	3,5	0	3	17	46	57		1	4,6	-0	43	32	0
	2	3,8	0	0	51	-13	55		1	4,1	0	2	27	-8

1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
504	1,4,1	-0	3 34	-18 46	524	2 4,2	0	4 30	19 41
505	2 2,2	0	2 13	32 5		2 4,2	0	2 19	27 16
508	2 5,4	0	0 17	-26 55		2 4,7	0	2 6	-33 17
	2 5,5	-0	0 9	29 7	526	2 3,8	0	4 33	39 5
	2 5,2	-0	3 5	-15 5		2 3,0	0	3 17	-11 46
						2 3,3	0	0 39	14 11
510	2 2,5	-0	3 31	-30 51	529	2 3,8	0	2 50	-40 45
511	2 3,6	0	4 53	-56 24	530	1 8,0	1	37 32	0 2
512	1 4,9	-0	26 2	-0 24		2 8,9	0	4 42	16 31
	2 4,1	-0	1 5	28 53		2 7,6	0	1 24	15 31
513	2 6,6	0	2 43	44 10	532	2 2,0	0	3 2	-44 49
	2 6,4	-0	1 21	-55 7	534	1 3,9	1	21 49	0 14
514	2 3,4	-0	4 23	-58 19		2 2,4	0	1 49	-5 13
516	2 3,3	0	2 59	-8 20		2 2,8	-0	2 33	5 19
	2 3,5	0	1 58	-6 9		2 3,9	-0	3 12	-30 40
	2 3,8	-0	0 20	9 46	535	1 4,7	1	12 31	0 20
517	2 5,2	0	4 39	6 43		2 2,4	0	2 11	34 51
	2 5,1	-0	0 58	35 56	536	1 4,3	0	22 8	-0 14
	2 5,0	-0	4 29	18 52		2 4,3	-0	35 25	-0 14
518	1 3,5	-0	2 27	33 57		2 1,9	0	4 30	-31 36
519	2 2,5	0	4 54	56 54	537	2 2,9	-0	0 8	24 43
520	1 3,0	-1	5 6	-0 4		2 3,2	-0	3 47	-56 27
	2 2,7	-0	1 36	59 34		2 2,1	-0	4 22	-50 25
	2 2,2	-0	1 42	46 59	538	2 1,3	0	2 12	55 18
	2 1,9	-0	1 48	-16 30		2 3,8	0	1 38	-25 40
521	2 2,3	0	1 45	28 2		2 0,6	0	1 23	-15 42
	2 2,8	0	0 1	-33 40		2 3,6	-0	1 58	44 16
	2 2,5	-0	0 17	29 9		2 -1,3	-0	2 44	-48 40
	2 2,7	-0	0 44	-41 37		2 2,6	-0	3 8	-48 1
522	2 4,0	0	0 50	-55 32	539	1 2,3	-1	50 56	0 9
	2 2,3	-0	2 27	-21 17		2 2,3	-0	0 45	15 18
523	2 2,4	0	4 1	-48 18	540	2 2,8	-0	0 24	3 6
	2 2,8	0	3 31	-16 32	542	2 5,6	0	2 7	3 52
	2 2,4	0	2 14	-38 28		2 5,5	0	0 40	12 48
524	1 4,7	0	8 22	0 9		2 3,6	-0	1 25	-25 39
	1 4,0	-1	25 43	-0 6	545	1 5,8	-0	6 15	0 25

	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5							
545	2	6	0	-0	4	9	-43	43	559	2	3	4	0	0	0	-29	24	
546	2	3	7	0	3	32	27	46		2	3	1	-0	2	45	56	39	
		2	3	4	-0	2	17	-9	561	1	4	4	-0	4	0	-0	24	
548	2	2	6	0	3	47	46	52		2	2	0	0	4	53	-1	16	
		2	2	1	-0	0	41	35	52	2	1	0	-0	3	38	1	4	
		2	1	9	-0	1	45	-7	25	2	4	4	-0	4	0	-0	24	
549	2	5	3	0	1	53	-19	40		2	4	2	0	4	30	31	32	
		2	5	5	-0	0	46	4	23	2	4	3	0	1	25	23	35	
550	1	5	0	1	49	10	-0	1	562	1	2	7	1	8	28	0	11	
		2	4	1	-0	25	17	0	23	2	3	2	0	3	34	56	25	
		2	4	1	-0	2	9	-55	44	563	1	3	7	1	58	8	-0	6
		2	4	8	-0	4	6	6	49		1	4	0	0	16	31	0	28
		2	4	2	-0	4	50	-46	56	2	3	5	0	3	51	-10	26	
552	2	4	0	0	4	22	34	54		2	3	9	0	3	24	40	17	
		2	4	3	-0	0	4	-24	21	2	2	4	0	2	15	44	4	
		2	4	1	-0	1	15	-9	3	2	3	0	0	0	59	59	41	
		2	4	3	-0	3	33	32	33	2	2	9	0	0	12	-51	46	
555	1	4	2	-1	28	17	0	2		2	3	9	-0	3	14	37	37	
		2	2	7	0	3	40	-19	46	2	3	5	-0	3	52	-14	38	
		2	1	4	-0	3	15	-6	6	564	1	3	0	-1	27	33	-0	22
556	1	5	1	-0	42	44	0	13		2	2	4	0	3	33	40	59	
		2	5	0	0	3	36	-25	23	2	3	1	-0	1	15	-28	42	
		2	5	1	-0	1	38	43	23	565	2	5	4	0	3	31	49	51
		2	4	8	-0	2	22	-51	0	2	5	0	0	2	37	12	3	
557	2	3	9	0	4	30	-50	30		2	5	1	0	0	50	-51	58	
		2	3	4	0	4	24	-45	53	2	5	4	-0	1	38	-50	58	
		2	3	3	0	3	17	-1	1	2	5	3	-0	4	42	53	30	
		2	4	1	0	1	19	31	38	566	1	6	0	-0	22	43	-0	8
		2	3	9	0	0	34	39	9	2	5	8	0	4	28	-38	34	
558	2	3	8	0	4	47	-26	54		2	5	4	-0	4	35	9	11	
		2	3	1	0	4	19	-32	14	2	6	1	-0	4	58	11	13	
		2	3	3	0	4	9	47	0	567	2	4	4	-0	2	39	11	6
		2	4	3	-0	0	5	53	44	2	4	6	-0	3	3	-44	51	
		2	2	3	-0	1	42	-24	17	2	4	7	-0	4	33	-25	4	
559	1	5	8	-0	36	18	0	28	568	1	7	9	1	28	53	-0	5	
		2	3	0	0	0	41	-35	15	2	7	9	-0	1	16	6	41	

	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5				
570	1	3,5	-0	56	29	0	23	581	2	4,3	-0	0	6	-48	55
	2	3,6	0	4	17	-9	54		2	4,5	-0	0	18	3	27
	2	3,6	0	3	35	36	38		3	4,7	-0	2	24	52	16
	2	4,0	0	3	5	58	13		2	3,9	-0	2	43	6	3
	2	2,5	0	0	25	-33	30		2	4,6	-0	4	54	-28	38
571	2	4,2	0	4	15	-22	22	582	2	2,2	0	4	44	-12	11
	2	4,1	0	0	45	56	43		2	4,1	0	3	41	43	26
	2	4,0	-0	0	9	-19	51		2	3,4	0	3	30	5	1
572	2	4,9	-0	3	14	55	40		2	3,4	0	1	12	-54	4
573	2	2,5	0	3	21	-54	20		2	4,0	0	0	38	-34	11
	2	2,4	0	2	21	-30	18		2	3,6	0	0	9	-29	59
	2	2,4	0	2	11	34	34		2	4,0	-0	1	58	-45	13
	2	2,3	-0	1	27	-57	22		2	3,9	-0	2	10	26	37
574	1	3,2	1	26	28	-0	26		2	3,8	-0	2	32	-23	34
	2	2,6	-0	4	45	9	47		2	3,4	-0	2	41	52	11
575	1	4,2	0	27	0	0	22		2	3,7	-0	4	11	-41	29
	2	4,1	0	1	36	-1	42		2	3,3	-0	4	21	-46	58
	2	4,1	-0	0	10	50	13	583	2	3,1	0	2	30	58	6
	2	4,3	-0	0	26	-27	16		2	3,4	-0	4	14	-56	53
576	2	3,2	0	2	46	6	30	584	2	6,4	0	1	53	-29	4
	2	3,1	-0	0	24	-45	59		2	4,1	0	1	44	-52	31
	2	3,3	-0	2	11	1	46		2	6,3	0	1	19	-43	45
	2	3,1	-0	4	9	8	9		2	6,1	0	1	8	-11	49
577	2	4,2	0	2	26	-28	46		2	6,6	0	3	37	47	50
	2	3,4	0	0	0	21	2		2	6,3	0	2	20	25	25
579	1	0,9	0	18	25	-0	7	585	2	3,4	0	2	22	30	46
	2	3,3	0	4	56	2	36		2	4,4	-0	2	26	5	53
	2	2,5	0	2	34	25	21	586	1	2,1	0	53	31	0	11
	2	3,1	-0	1	46	20	56		1	3,0	-0	32	23	0	8
580	1	4,7	1	24	11	-0	9		1	2,2	-0	42	5	0	23
	2	4,6	0	3	20	-53	48		2	3,2	0	3	30	45	24
	2	4,5	-0	4	54	36	51		2	2,0	-0	4	38	49	40
581	1	4,0	0	7	43	0	13	587	1	2,9	-1	38	3	-0	21
	2	4,5	0	4	10	45	50		2	3,2	0	3	41	5	41
	2	4,7	0	1	57	9	46	588	1	3,2	1	52	34	0	20
	2	4,7	0	0	45	42	33		2	2,9	0	4	20	-26	27

	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5				
588	2	3,2	0	0	9	-19	51	602	2	3,3	0	4	52	53	16
589	2	4,7	-0	3	35	10	33		2	3,6	0	3	51	-35	37
590	1	4,5	-0	18	1	-0	22		2	3,3	0	1	3	-25	21
	2	4,6	0	4	40	-45	15		2	2,6	-0	4	50	-9	42
591	2	3,2	0	2	22	-46	42	603	1	4,9	1	35	18	-0	22
	2	2,8	0	1	32	-17	58		2	4,6	0	0	54	-6	7
	2	3,2	0	0	14	-14	7		2	4,7	-0	0	3	-57	41
	2	2,3	-0	0	30	16	38		2	4,9	-0	0	10	24	50
	2	3,4	-0	0	34	-1	52		2	3,6	-0	2	51	-31	18
	2	3,4	-0	2	14	-41	17		2	5,0	-0	4	21	11	37
	2	3,1	-0	3	4	-30	16		2	5,0	-0	1	43	59	23
594	2	3,2	0	4	44	27	42	604	2	2,2	0	4	29	-19	3
	2	4,2	0	2	59	-45	53		2	2,7	0	2	40	-33	44
	2	3,7	0	0	35	18	7		2	2,3	-0	4	21	3	23
	2	4,2	-0	2	14	47	23	605	1	4,0	1	28	47	0	19
595	1	3,7	1	51	21	-0	29		2	3,8	0	1	3	42	6
	1	5,0	1	35	54	0	4	606	1	1,0	0	1	45	-24	3
596	1	6,8	1	3	37	-0	2	608	1	2,6	0	3	4	12	19
	1	7,6	-0	20	45	-0	10	610	1	3,3	-1	20	16	0	8
	2	7,2	0	4	31	-30	11		2	2,5	0	3	23	-10	47
	2	6,9	0	3	15	55	20		2	3,1	0	2	17	29	0
	2	7,5	-0	2	11	38	5	611	1	5,1	1	32	15	0	15
	2	7,4	-0	4	25	-45	47		1	5,5	1	4	59	0	17
597	1	4,2	0	10	26	-0	5		1	5,6	-0	51	53	0	6
	2	3,9	0	1	32	-7	15		2	5,5	0	4	33	-17	8
	2	4,1	-0	3	10	-10	14		2	4,8	0	1	46	-21	5
598	2	5,3	0	1	9	-6	42		2	4,1	-0	0	27	-34	48
	2	5,0	-0	1	59	-34	5		2	4,5	-0	2	43	12	30
599	1	3,6	0	6	16	-0	17		2	5,6	-0	4	40	33	30
	1	1,7	-1	35	25	0	18	613	2	-1,7	0	4	36	-56	17
	2	3,8	-0	1	39	19	5		2	4,2	0	3	42	-37	44
601	1	2,9	-0	6	55	0	4		2	2,6	-0	2	8	11	3
	2	4,2	0	4	6	39	12		2	3,5	-0	2	21	-21	4
	2	0,9	-0	0	54	-47	40	614	2	6,4	0	3	12	-33	31
	2	4,8	-0	3	11	-46	2		2	5,2	0	2	10	47	48
	2	3,5	-0	3	21	-59	47		2	6,0	0	0	23	-58	50



	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5				
614	2	4,0	-0	3	40	43	37	626	2	4,4	0	0	24	25	11
	2	6,2	-0	4	38	37	22		2	4,7	-0	2	55	47	0
615	2	4,2	-0	2	41	-12	43	627	2	3,9	0	2	52	3	54
617	1	3,3	-0	12	5	0	15		2	3,2	-0	2	26	24	0
	2	2,7	0	4	43	13	26	628	1	1,3	1	47	34	0	23
	2	2,6	0	4	32	-33	46		2	3,0	0	4	52	59	36
	2	2,0	-0	0	6	39	24		2	3,4	0	3	14	51	58
	2	3,4	-0	2	4	13	54		2	3,4	0	0	50	44	10
	2	3,2	-0	3	33	26	16	629	1	3,7	-0	32	17	-0	21
	2	3,4	-0	4	30	-6	38		2	3,5	-0	2	27	9	57
618	2	3,0	0	3	46	-52	55	630	2	2,5	0	3	33	19	46
	2	3,1	0	3	37	-26	44		2	1,2	0	1	35	-24	13
	2	3,2	0	0	41	3	54		2	3,0	0	0	38	-20	54
	2	3,4	-0	4	55	39	39		2	3,1	-0	3	46	-20	10
620	1	4,2	0	4	46	30	20	632	1	2,7	0	53	41	-0	16
	2	4,5	-0	3	47	-24	7		2	3,1	0	4	50	-11	26
621	1	1,9	0	46	20	0	10		2	2,7	0	1	41	-54	54
	1	3,4	-1	37	46	-0	22		2	3,3	0	0	40	-3	59
	2	3,8	0	4	23	-54	28	634	1	3,8	-0	45	46	0	8
	2	3,8	-0	0	1	-24	13		2	4,6	0	0	38	-30	31
	2	3,0	0	4	50	56	1		2	4,6	0	0	14	12	0
	2	3,5	0	1	36	27	58	635	1	2,4	1	39	7	-0	3
622	2	2,5	0	4	47	58	34		1	3,8	-0	9	30	-0	17
	2	3,7	-0	2	17	26	31		2	2,5	-0	2	5	59	5
623	2	4,1	0	2	30	39	36		2	3,4	-0	2	40	-36	44
	2	2,4	-0	2	21	19	54		2	3,4	-0	3	58	4	55
624	1	6,4	-1	15	3	0	22	636	1	5,2	-0	58	17	0	18
	2	6,4	0	1	33	-1	49		2	4,4	-0	0	23	15	36
	2	5,9	-0	1	19	-9	32	637	1	2,8	0	29	1	0	4
625	2	4,4	0	3	53	-27	57		2	4,3	-0	1	19	-46	55
	2	4,4	-0	0	50	36	31		2	3,1	-0	4	31	-46	11
626	1	3,7	0	40	8	0	20	638	2	4,5	0	1	43	10	35
	1	4,1	-0	35	7	0	12		2	4,5	0	1	27	-40	3
	2	4,2	0	3	20	5	18	639	2	2,6	0	3	12	40	10
	2	3,9	0	2	40	41	3		2	2,8	-0	1	32	-24	56
	2	4,2	0	2	37	19	9		2	1,4	-0	1	51	-25	6

	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5				
639	2	3,0	-0	4	41	-25	34	651	2	5,8	0	2	19	29	34
640	2	4,0	0	4	16	40	57	652	1	3,3	1	3	17	-0	10
	2	2,7	0	1	49	28	24		2	3,6	0	2	30	-31	58
	2	4,1	-0	1	31	23	32		2	3,8	0	2	1	12	59
	2	3,9	-0	4	3	53	11		2	3,5	-0	1	57	18	8
641	2	4,3	0	3	26	1	51		2	3,1	-0	4	52	-14	33
	2	4,0	0	3	24	41	0	653	2	4,6	0	4	53	-40	43
	2	3,5	0	0	11	36	47		2	4,0	-0	4	12	52	1
	2	3,7	-0	0	20	-14	27	654	2	4,5	0	3	35	26	29
643	2	3,2	0	4	28	41	34		2	4,5	0	0	9	-31	59
	2	2,6	-0	0	1	-20	2		2	4,7	-0	4	32	54	17
645	1	2,5	1	6	58	0	4	655	1	5,3	0	31	9	0	5
	1	2,9	-0	57	15	-0	28		1	5,3	0	3	16	-0	27
	2	3,1	0	4	38	-7	30		2	4,3	0	3	46	12	53
	2	4,0	0	3	55	-25	51		2	5,3*	0	3	16	-0	27
	2	3,5	0	0	8	0	39		2	3,5	0	0	26	-21	6
	2	4,9	-0	0	4	31	14		2	4,8	-0	4	46	-57	43
	2	4,6	-0	1	19	41	48	656	2	7,3	0	2	2	-48	56
646	2	3,7	0	0	11	-35	23		2	2,3	0	4	44	49	35
	2	4,5	-0	1	22	-50	29		2	2,7	0	4	25	55	33
	2	3,9	-0	1	23	-18	45		2	2,5	0	1	12	21	9
	2	4,1	-0	3	33	-57	32	658	2	2,2	0	4	19	34	26
	2	4,9	-0	0	52	23	37		2	2,9	0	2	21	40	50
	2	5,1	-0	4	36	12	31		2	3,4	0	1	46	-38	10
648	1	2,6	-0	27	12	0	1		2	3,5	0	0	39	-41	27
	2	3,2	0	4	7	26	7		2	3,3	-0	4	10	-34	28
	2	3,6	0	2	19	-21	16	659	2	2,7	0	0	44	48	19
	2	3,4	0	1	16	15	38	660	2	2,6	0	4	4	-57	26
	2	3,8	0	1	7	31	52		2	0,5	-0	0	20	21	3
	2	3,8	-0	1	52	57	45		2	2,0	-0	3	48	14	20
649	1	2,3	1	33	13	0	28	662	2	6,1	0	3	54	44	37
	1	3,4	-0	8	45	0	20	663	2	1,4	-0	4	16	-18	27
	2	3,4	0	0	11	-40	41	665	1	3,1	-0	23	42	0	1
	2	3,8	-0	1	22	-5	54		1	2,3	-1	20	10	-0	18
650	2	5,2	0	0	2	-41	39	667	2	3,4	0	3	57	6	11
	2	5,2	-0	2	48	-38	50		2	3,2	0	0	13	30	14

	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
667	2	2,3	-0	2 18	4 48	1003	2	3,2	0	4 47	54 16
668	2	3,2	0	3 41	-21 32	1003	2	2,8	0	3 46	33 31
	2	3,4	0	1 48	-16 7		2	2,7	-0	1 1	41 49
670	1	4,4	0	4 51	27 7	1004	2	3,0	-0	3 0	- 4 38
672	1	2,7	-0	41 43	- 0 17		2	1,6	-0	4 45	27 59
	2	2,9	0	4 9	41 40	1006	2	6,5	0	4 6	42 12
	2	3,8	-0	0 7	-58 10		2	6,1	0	2 4	-56 23
	2	3,6	-0	2 11	54 58		2	6,2	-0	3 13	- 4 48
674	2	4,0	0	1 42	-38 1	1007	1	0,9	-0	0 21	- 0 10
	2	4,1	0	0 12	28 33		2	3,0	-0	0 47	41 40
675	2	3,1	-0	1 40	-58 28	1013	2	5,3	0	4 54	-22 14
676	2	3,5	-0	0 26	-26 27		2	4,6	0	4 7	-41 43
	2	3,1	0	0 34	3 57		2	5,3	0	2 52	42 27
677	1	2,7	1	3 43	- 0 7		2	5,3	-0	0 49	-56 18
	1	4,4	1	16 8	- 0 2		2	3,8	-0	2 55	-48 43
	2	4,1	0	4 42	10 35	1014	2	3,5	0	3 17	30 1
	2	4,8	0	2 13	-38 38		2	3,8	-0	3 41	-17 30
	2	4,2	0	1 53	44 7		2	3,4	-0	4 60	-36 38
	2	4,3	-0	0 56	21 19	1015	1	5,8	-0	19 40	- 0 26
	2	4,1	-0	2 10	23 5		1	3,8	-0	26 40	- 0 20
	2	2,6	-0	4 6	15 52		2	5,9	-0	1 34	2 14
678	2	5,6	0	2 54	48 47		2	5,7	-0	4 34	33 16
	2	5,4	0	2 37	10 43	1016	1	2,2	0	29 49	0 14
	2	5,1	-0	4 12	15 46		2	4,2	0	3 9	27 48
681	2	3,8	-0	1 28	2 43	1018	2	4,0	-0	3 9	39 26
682	1	3,7	1	10 15	- 0 3	1020	1	4,2	-0	36 18	- 0 16
683	2	2,7	0	2 12	-23 7		2	4,4	-0	3 50	22 15
	2	2,8	0	1	41 10	1021	2	4,5	0	0 56	- 1 37
	2	2,7	-0	0 3	-27 20	1022	2	1,4	0	2 15	-14 53
685	2	3,4	0	2 10	17 56	1023	1	2,4	0	4 39	-26 23
	2	3,4	-0	4 24	33 45		2	2,5	0	1 40	-31 32
686	2	2,4	-0	1 32	57 21		2	2,4	-0	2 27	45 6
687	2	3,5	0	0 48	23 19	1024	2	3,2	0	1 60	34 23
	2	3,6	-0	0 44	-12 4		2	2,8	-0	3 20	47 2
	2	3,8	-0	4 4	38 11	1025	2	3,1	-0	4 38	-58 23

	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5				
1026	1	3,2	0	15	37	-0	13	1047	2	1,1	0	3	46	-57	56
	1	3,2	-1	56	55	-0	28		2	2,0	-0	1	9	-45	6
	2	1,7	0	4	8	-3	42	1054	2	2,9	0	2	19	3	20
	2	2,3	0	2	35	-55	2		2	3,5	-0	2	34	-22	20
	2	3,2	0	2	29	43	26	1055	1	3,7	0	46	24	0	9
	2	2,8	-0	3	30	-31	35	1058	2	3,6	-0	1	59	22	54
	2	2,4	-0	4	59	-59	21	1061	1	3,9	0	1	34	0	1
1027	2	5,2	0	2	39	51	16		2	3,9	0	2	54	-25	52
	2	5,3	0	-0	25	-25	41		2	3,9	0	1	34	0	1
	2	5,2	-0	4	51	-28	28		2	3,5	-0	4	54	-5	15
1028	2	5,6	0	3	60	-20	27	1069	1	2,7	1	4	21	0	8
	2	4,7	0	1	13	-45	13	1072	1	3,8	-0	2	6	28	27
	2	5,4	-0	0	19	57	15	1078	2	3,7	0	1	23	35	58
	2	5,6	-0	3	49	-3	32		2	3,8	-0	0	45	-23	53
1029	1	6,4	0	48	50	30	39	1080	1	2,1	-0	11	35	0	24
	1	6,6	0	0	7	41	19		2	2,6	0	0	50	28	0
	1	6,6	-0	1	10	46	30	1082	2	2,3	0	3	34	-57	14
	1	4,2	-0	4	56	-45	9	1084	1	3,0	0	50	39	-0	13
1030	1	4,0	-0	4	39	0	2		2	1,4	-0	1	25	-11	31
	2	3,2	0	4	14	-8	11	1085	2	2,2	0	3	59	50	39
	2	3,7	-0	0	1	-57	31		2	3,2	0	0	0	53	12
	2	3,7	-0	2	31	28	9		2	2,4	-0	1	9	3	24
	2	4,0	-0	4	39	0	2	1087	2	3,1	0	3	28	49	3
1031	1	5,1	-0	54	52	-0	29		2	0,0	-0	0	46	0	41
	2	3,9	0	3	57	-13	11	1088	2	1,9	0	2	53	-51	41
	2	4,8	0	2	58	28	12		2	2,8	0	0	59	-24	19
1032	2	4,6	-0	3	13	-41	31		2	2,1	0	0	43	7	30
1033	2	2,6	-0	1	57	55	49		2	3,4	-0	1	38	-52	32
1035	2	0,5	0	2	44	-12	47	1090	1	1,1	1	56	20	0	19
1036	2	3,2	0	1	3	-35	49	1092	1	2,3	0	50	10	0	14
	2	2,8	0	0	12	40	59		1	2,8	-1	39	23	-0	28
	2	2,4	0	0	5	56	21		2	2,7	0	4	47	-6	11
1040	2	3,4	0	0	14	-9	52		2	3,3	0	2	17	-4	34
1041	1	0,6	-1	21	36	-0	28		2	3,3	0	0	12	-17	52
1044	1	3,9	-1	59	42	0	25		2	3,1	-0	0	7	-40	17
	2	3,5	0	4	5	6	33	1095	1	3,5	0	43	3	0	12

1	2	3	4	5
1095	2 8,6	0	3 53	-55 13
	2 1,9	-0	1 50	42 33
1096	2 4,4	0	4 49	-40 18
	2 4,2	-0	2 2	-13 52
1099	2 4,5	0	3 20	59 49
	2 4,3	0	0 56	-31 1
1101	2 4,1	-0	1 28	50 50
	2 2,8	-0	1 52	33 51
1104	2 3,7	0	2 27	- 1 59
1107	1 <sup>+</sup> 1,9	0	0 8	- 0 2
	2 4,1	-0	0 59	-29 46
	2 4,1	-0	3 15	-57 35
1108	2 3,1	0	3 53	22 37
	2 3,5	0	3 4	48 37
	2 0,2	-0	0 50	30 18
	2 3,2	-0	1 5	-17 42
	2 2,0	-0	1 42	-47 36
	2 3,1	-0	2 36	4 31
	2 3,0	-0	3 20	30 23
	2 3,6	-0	3 34	31 24
1109	2 1,4	-0	1 60	13 48
	2 3,7	-0	2 19	49 26
1112	2 3,8	-0	0 38	56 59
	2 3,7	-0	0 38	37 0
1114	2 1,5	-0	4 48	54 57
1117	2 3,4	0	3 6	-28 27
	2 3,4	0	2 26	-50 1
	2 2,9	-0	0 49	2 40
1118	2 3,7	-0	3 44	-52 1

## Л и т е р а т у р а

1. Павлов Н.Н., Афанасьева П.М., Старицын Г.В. Сводный каталог служб времени СССР. - "Труды глав. астр. обс.", 1971, т. XXVШ, серия П, с. 59.
2. Smithsonian Astrophysical Observatory Star Catalogue, Washington D.C. 1966.

## Р е з ю м е

К. А. Ш т е й н с ,

А. В. И в а н о в

КАТАЛОГ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ  
НАБЛЮДЕНИЙ ЗВЕЗД КАТАЛОГА КСВ

В статье помещены значения  $\Delta m$ ,  $\Delta \alpha \cos \delta$  и  $\Delta \delta$  для звезд каталога служб времени относительно звезд САО как звезд фона в двух случаях: 1/если звезды САО искажат моменты фотоэлектрической регистрации прохождений звезды КСВ на узкой порошке, 2/ при автоматическом наведении трубы на звезду КСВ. Данные обобщены на звезды фона любого блеска и оценена точность прямых восхождений звезд КСВ в связи с влиянием звезд фона.

Таблиц - 2, иллюстр. - 1, библиогр. - 2 назв.

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

K. Š t e i n s ,

A. I v a n o v s

KATALOGS AUTOMĀTISKIEM FOTOELEKTRISKIEM NOVĒRO-  
JUMIEM ZVAIGZNĒM LDK

Rakstā dotas  $\Delta m$ ,  $\Delta \alpha \cos \delta$  un  $\Delta \delta$  vērtības zvaigz-

nēm no laiku dienestu kataloga attiecībā pret SAO zvaigznēm, kā fona zvaigznēm divos gadījumos. 1. Ja SAO zvaigznes kropļo fotoelektriski reģistrētus momentus novērojot LDK uz šaura ceļiņa. 2. Pie automātiska tālskata iestādīšanas uz zvaigzni no LDK. Slēdzieni vispārināti uz patvaļīga spožuma fona zvaigznēm un novērota rektascenziju precizitāte LDK zvaigznēm atkarībā no fona spožuma.

### S u m m a r y

K. Š t e i n s ,

A. I v a n o v s

#### THE CATALOGUE FOR AUTOMATIC PHOTOELECTRIC OBSERVATION OF STARS FROM TSC

It is given the values of  $\Delta m$ ,  $\Delta \alpha \cos \delta$  and  $\Delta \delta$  for stars of general catalogue of the USSR Time Service relatively to stars from Smithsonian Astrophysical observatory Star Catalogue in following cases: 1. If the stars of Washington Catalogue perturbate (being on the same narrow track) the registration of transit moment of the star from TSC. 2. When the sight-line is accurately brought upon the star automatically. The conclusions are generalised for the stars of arbitrary magnitude and the precision of right ascensions TSC is estimated.

Настоящая статья докладывалась на всесоюзном совещании по автоматизации регистрации времени и определению координат, состоявшемся в Риге с 14 по 16 мая 1974 г.

УДК 522.617 и  
529.78

А. В. Ч в а н о в

ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА УСТРОЙСТВА  
ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СРЕДНЕГО МОМЕНТА ПРО-  
ХОЖДЕНИЯ ЗВЕЗД

В статье предлагаются способы разрешения некото-  
рых проблем, возникающих при конструировании фотоэлек-  
трической установки устройства для определения сред-  
него момента прохождения звезд с учетом случайных вы-  
бросов [1].

Вначале устройство, работающее по методу учета  
случайных выбросов, было построено М. П. Огриньшем с  
использованием электронных ламп [2]. Затем для улуч-  
шения ряда параметров устройства таким, как надеж-  
ность, помехоустойчивость, долговечность и др., был по-  
строен вариант устройства на полупроводниковых дис-  
кретных приборах и интегральных микросхемах [3]. При  
подаче сигнала от фотоэлектрической установки, реали-  
зованной на электронных лампах, возникает необходи-  
мость в согласующих устройствах, которые громоздки  
и неустойчивы в эксплуатации. Абсолютное значение  
помех в ламповых устройствах намного выше как в по-  
лупроводниковых поэтому очень трудно согласовывать  
оба устройства. Так как в настоящее время уже имеют-  
ся хорошие полупроводниковые микросхемы операцион-  
ных усилителей, обеспечивающие весьма малый темпера-  
турный дрейф и старение, нами было решено использо-  
вать эти усилители в фотоэлектрической установке. В  
дальнейшем показано, что это дает возможность сущест-  
венно улучшить некоторые параметры фотоэлектричес-  
ких установок. При этом отпадают все неудобства  
связанные с совместным применением ламповых и полу-



### § 1. Определение необходимого усиления фотоэлектрической установки

В устройстве определения среднего момента происходит измерение интервалов времени путем подсчета числа импульсов с частотой следования 1 кГц [3]. Для выработки командных импульсов используется пороговое устройство, которое должно срабатывать при равенстве световых потоков от пропускающей и отражающей щелей решетки. Нужно учитывать, что реальные пороговые устройства имеют гистерезис /порог срабатывания и порог отпускания неодинаковы/. Гистерезис вносит дополнительную погрешность при измерении интервалов времени, если скорость изменения сигнала при пересечении порога срабатывания недостаточно высока. Это положение иллюстрирует рис. 1. Промежуток времени  $\Delta t$  между импульсами счета /в нашем случае 1 кГц/ есть максимальная погрешность измерения интервалов времени, поэтому не имеет смысла увеличивать скорость изменения сигнала больше предельной

$$\left( \frac{dV}{dt} \right)_{\min} = \frac{\Delta V}{\Delta t}, \quad (1)$$

где  $\Delta V$  гистерезис порогового устройства. Из анализа оптимальных условий наблюдений с учетом шумовых свойств сигнала следует, что  $\Delta t = 10^{-3}$  с дает достаточную точность. В качестве порогового устройства нами применяется интегральная микросхема триггера Шмитта К1ТШ191, типичное значение гистерезиса которой не превышает 10 милливольт /проверенно нами на многих образцах/. Это значение мало меняется с изменением температуры окружающей среды, поскольку схема термокомпенсирована. Таким образом минимальная скорость изменения сигнала необходимая для уничтожения влияния гистерезиса порогового устройства К1ТШ191

$$\left(\frac{dV}{dt}\right)_{\min} \approx \frac{10 \cdot 10^{-3} [\text{B}]}{10^{-3} [\text{c}]} = 10 \text{ B/c}$$

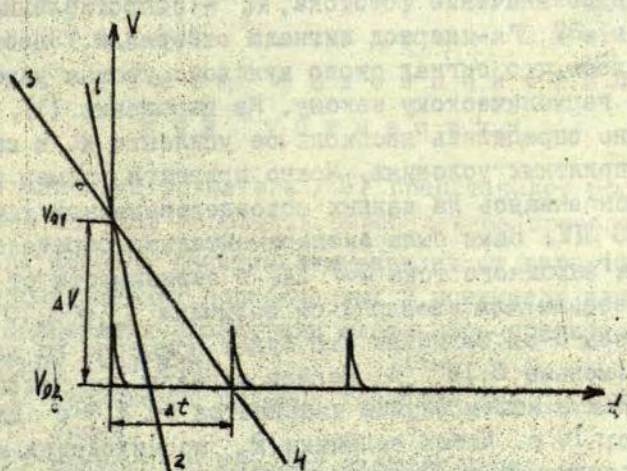


Рис. 1. Необходимая скорость изменения сигнала при пересечении им нулевого уровня порогового устройства.  $V_{01}$  порог срабатывания,  $V_{02}$  порог отпущения,  $\Delta V$  гистерезис,  $\Delta t$  интервал между импульсами счета /квант времени/. 1, 2 - сигнал при большой скорости, 3, 4 - сигнал в случае предельной скорости.

Скорость изменения сигнала около точки равенства световых потоков от пропускающей и отражающей щелей решетки, после усиления в усилителе, должна достичь этого минимального значения:

$$\frac{dV_{\text{вых}}}{dt} = \left(\frac{dV}{dt}\right)_{\min} \quad (2)$$

Скорость изменения сигнала на выходе фотоэлектрической установки, то есть на входе порогового устройст-

ва, определяется выражением,

$$\frac{dV_{\text{вых}}}{dt} = \frac{2\pi K}{T} R_n I_{\text{фм}}, \quad (3)$$

где  $K$  - усиление установки /по напряжению/,  $I_{\text{фм}}$  - амплитудное значение фототока,  $R_n$  - сопротивление нагрузки  $\approx 20$  В,  $T$  - период сигнала от звезды. Здесь принималось, что сигнал около нулевого уровня изменяется по гармоническому закону. Из выражений (1), (2), (3) можно определить необходимое усиление  $K$  в самых неблагоприятных условиях. Можно привести пример расчета, основываясь на данных фотовольтической установки АО ЛГУ. Нами была экспериментально определена величина выходного тока  $\approx 20$  В  $I_{\text{фм}}$  в зависимости от величины звезды. Для звезды 1-ой величины  $I_{\text{фм}} \approx 5 \cdot 10^{-9}$  А. Для звезды 6-ой величины это будет, примерно на два порядка меньше,  $5 \cdot 10^{-11}$  А. Период сигнала при такой решетке, как в нашем случае изменяется от 2,8 с до, примерно, 10 с. Выбор величины  $R_n$  производится из других соображений. Вычислим пока усиление  $K$  для случая, когда  $R_n = 1$  Мом:

$$K_{\text{max}} = \frac{(dV/dt)_{\text{min}} T_{\text{max}}}{2\pi I_{\text{фмmin}} R_n} = \frac{10 \cdot 10}{2\pi \cdot 10^6 \cdot 5 \cdot 10^{-11}} = 3 \cdot 10^5$$

Это максимальное значение усиления необходимое для уничтожения влияния гистерезиса порогового устройства в самых неблагоприятных условиях - слабый сигнал от звезды и большой период сигнала. Следует заметить, что данные, использованные для расчета, относятся к установке, в которой использован фотоумножитель весьма старой конструкции /ФЭУ-20/, у которого отношение чувствительности к темновому току уступает современным приборам. Однако, из-за ряда технических причин не всегда имеется возможность использовать лучшие по этому параметру ФЭУ. Все же к этому всегда надо стремиться, поскольку имеется возможность уменьшить сопротивление нагрузки ФЭУ и требуемое усиление. Надо учитывать, что резисторы больших номиналов больше

подвержены воздействию факторов внешней среды. Возможности уменьшения нагрузки  $\Phi\Omega$  будут обсуждены дальше в § 3.

## § 2. Основные характеристики операционных усилителей и их влияние на качество фотоэлектрической установки

Операционный усилитель /OU/ представляет собой устройство, могущее исполнять определенное преобразование сигнала, которое практически зависит от характеристик некоторых внешних, подключаемых к усилителю элементов.

Важнейшими свойствами идеального операционного усилителя являются:

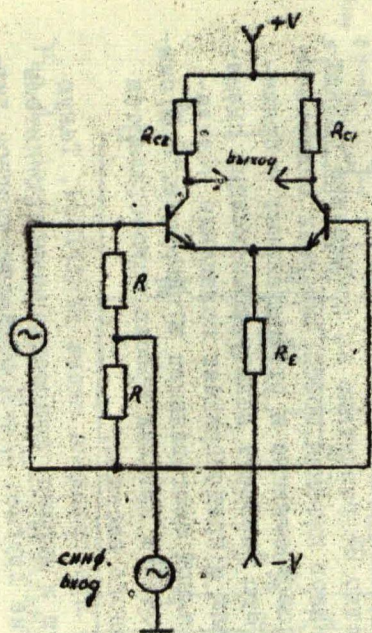
- 1/ бесконечно большое усиление без обратной связи,
- 2/ бесконечно большой входной импеданс, а выходной импеданс равен нулю,
- 3/ полоса пропускания от 0 до  $\infty$ .

Первоначально OU использовались в основном для выполнения арифметических операций. В подобных применениях высокий коэффициент усиления сам по себе не требуется, необходимо обеспечивать лишь устойчивость усилителя и точность решения. Устойчивости и требуемой точности удалось достичь за счет использования усилителей с высоким коэффициентом усиления, охваченных глубокой отрицательной обратной связью /ООС/. Обратная связь настолько велика, что она практически полностью определяет характеристики усилительной схемы. Это создает большие удобства - меняя параметры ООС можно получить усилитель с требуемыми характеристиками.

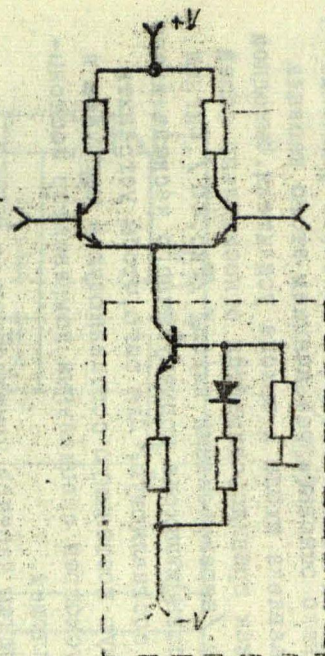
Перед тем как рассмотреть характеристики реальных OU, целесообразно вкратце рассмотреть некоторые особенности их внутренней структуры. Основным звеном OU является дифференциальный усилитель, рис.2а.

Дифференциальный усилитель удобен для применения в  $CV$  так как он представляет собой стабильную схему со связью на постоянном токе. По этому отпадает необходимость применения конденсаторов в интегральной схеме. Сохраняется линейность характеристики при изменении температуры, поскольку оба транзистора по современной технологии легко сделать практически идентичными. Одним из основных достоинств дифференциального усилителя является его универсальность. Если сигнал подан на дифференциальный вход, и сигналы на базах транзисторов находятся в противофазе, то напряжения на их коллекторах также находятся в противофазе, что создает значительную разность потенциалов между коллекторами. Если же сигналы на базах совпадают по фазе /сифазный вход/, то разность потенциалов между коллекторами очень мала. Таким образом осуществляется подавление помех поскольку эти сигналы на базах транзисторов находятся в фазе. Для подавления сифазного сигнала необходима большая величина сопротивления эмитерной цепи, однако из технологических соображений, вместо сопротивления применяют источник постоянного тока, состоящий из транзистора, диода и нескольких низкоомных резисторов /рис. 2 б/. Этот источник поддерживает постоянным полный ток, проходящий через транзисторы и обеспечивает еще лучшее подавление сифазного сигнала, чем высокоомное сопротивление в эмитерной цепи. В случае применения данного источника не требуется большая величина напряжения питания усилителя. Интегральный  $CV$  обычно имеет структуру, показанную на рис. 3, где обозначено: 1 - входной каскад с дифференциальным усилителем; 2 - промежуточный каскад; 3 - компенсатор постоянной составляющей; 4 - выходной каскад.

Входной каскад представляет собой дифференциальный усилитель с источником постоянного тока в эмитерной цепи. Этот каскад обычно имеет наибольшее усиление. Коллекторы транзисторов входного каскада соединены с внешним разъемом с целью обеспечения возможности частотной коррекции. Входной каскад в

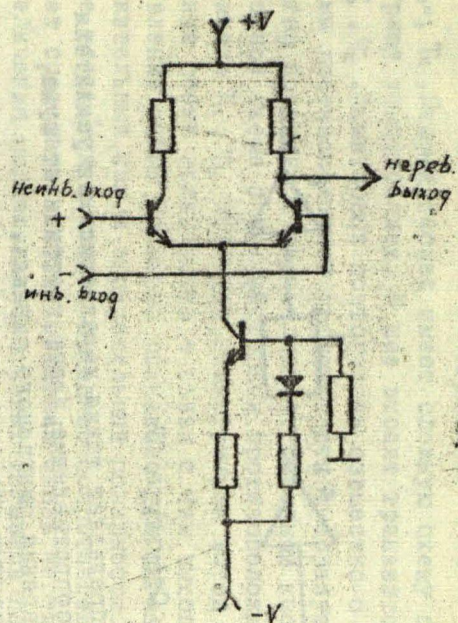


а)



• источник тока

б)



в)

Рис. 2. Д. дифференциальный усилитель.

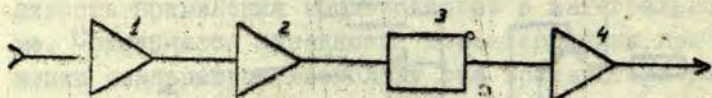


Рис. 3. Структура ОУ.

основном и определяет такие характеристики усилителя как входное сопротивление, дрейф, коэффициент шума, степень подавления синфазного сигнала.

Промежуточный каскад дает некоторое усиление сигнала, однако основным назначением этого каскада является развязка входа и выхода усилителя. Выходной сигнал ОУ, как правило, снимается относительно общей точки схемы /неревверсивный выход/ /Рис. 2С/. Сигнал на неревверсивном выходе промежуточного каскада имеет постоянную составляющую. Для того, чтобы устранить нежелательную постоянную составляющую в нагрузке в схеме предусмотрен специальный компенсатор постоянной составляющей.

В выходном каскаде применяется усилитель с большим усилением по мощности, чтобы обеспечить малое выходное сопротивление ОУ.

Большинство ОУ рассчитано на применение симметричных источников питания, обеспечивающих одинаковые по величине положительные и отрицательные напряжения питания. Это упрощает задачу компенсации смещения нуля выхода и предотвращает появление нежелательной постоянной составляющей в нагрузке. При симметричном источнике питания просто осуществляется смещение входного каскада.

На рис. 4 представлена схема ОУК1УТ531. Такую же схему имеет и широко распространенный усилитель  $\mu$  А709 и многие другие.  $T_1$ ,  $T_2$  образуют входной дифференциальный каскад с источником постоянного тока

$T_{10}$ ,  $T_{11}$ . Второй каскад имеет сложную схему с температурной компенсацией. В нее входят транзисторы  $T_3$ ,  $T_5$ ,  $T_7$ ,  $T_{15}$ . Эмиттерный повторитель совместно с транзисторами противоположной проводимости  $T_2$  образует компенсатор постоянной составляющей. Выходной каскад по сложной схеме с транзисторами противоположной проводимости  $T_{13}$ ,  $T_{14}$  образует симметричный выход для напряжений обеих полярностей в связи с чем выходное сопротивление схемы примерно одинаково для сигнала как положительной, так и отрицательной полярности. Минимальные искажения и низкое выходное сопротивление помогает создавать местная обратная связь через  $R_{15}$ . Для увеличения подавления синфазных сигналов первый и второй каскады охвачены обратной связью по синфазно-

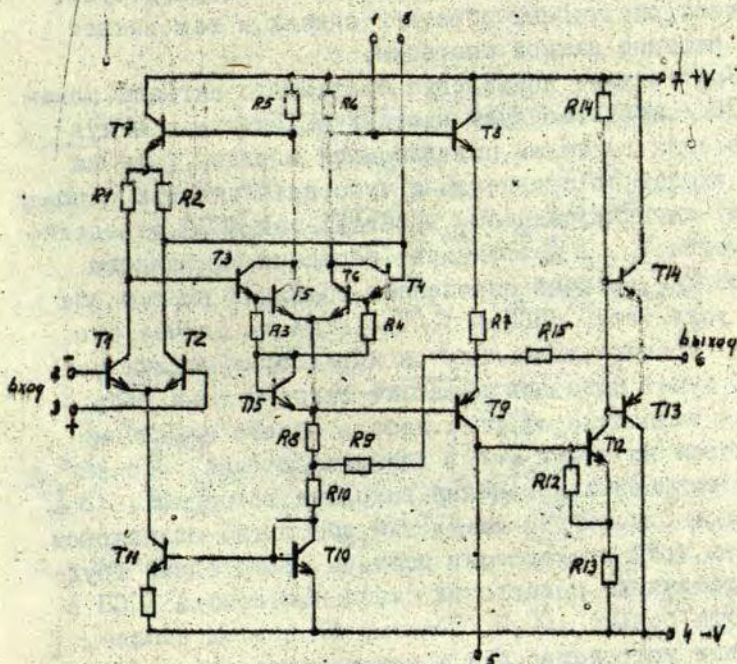


Рис. 4. Внутренняя структура интегральной микросхемы OV K1UT631



му сигналу /через транзисторы  $T_{10}$ ,  $T_{11}$ /. Цепи температурной компенсации и ООС усложняют схему, но за то улучшают ее характеристики. Подробные сведения об этом усилителе можно найти в [6], [7], [8]. Функциональный символ ОУ показан на рис.5.

Выходное напряжение  $U_{A0}$  усилителя без обратной связи есть линейная функция от разности входных напряжений /в области малых сигналов/

$$U_{A0} = V_0 (U_{E2} - U_{E1}), \quad (4)$$

где  $V_0$  - коэффициент усиления холостого хода. Операционный усилитель с отрицательной обратной связью имеет коэффициент усиления  $V_{CL}$  рис.6, который меньше. Практически операционные усилители без обратной связи имеют коэффициент усиления  $V_0$  от  $8000 / 60 \text{ дБ} /$  до  $100000 / 10000 \text{ дБ} /$ . Чем выше  $V_0$ , тем стабильнее будет усилитель, охваченный обратной связью, и тем точнее будет решение данной операции.

Коэффициент подавления синфазного сигнала помехи /КПСП/ характеризует насколько усилитель нечувствителен к сигналам, появляющимся в одной фазе на обоих входах, по сравнению с чувствительностью к полезному сигналу разности. Практически КПСП определяют измеряя  $V_0$ , и коэффициент передачи синфазного сигнала  $V_{cm}$ , который определяют, соединяя вместе оба входа усилителя.  $\text{КПСП} = V_0 / V_{cm}$ . В нашем случае это важный параметр, поскольку он характеризует, как усилитель будет подавать мешающие сигналы фона неба. Сигналы зависящие от фона неба и от его изменения появляется на обоих «ЭУ» в одинаковой фазе. Это вызывает синфазные изменения выходных токов «ЭУ». В идеальном случае эти изменения абсолютно одинаковой величины, хотя практически достичь этого очень трудно. Коэффициент подавления синфазной помехи КПСП в ОУ всегда больше 10000. Поэтому ОУ в этом смысле, идеальное устройство для фотоэлектрической установки. Схема на ОУ может служить для определения качества оптической системы в случае использования

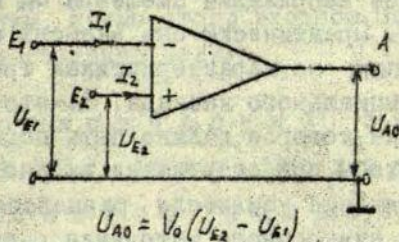


Рис. 5. Символ ОУ;  $E_1$  - инвертирующий вход;  $E_2$  - неинвертирующий вход,  $A$  - выход.

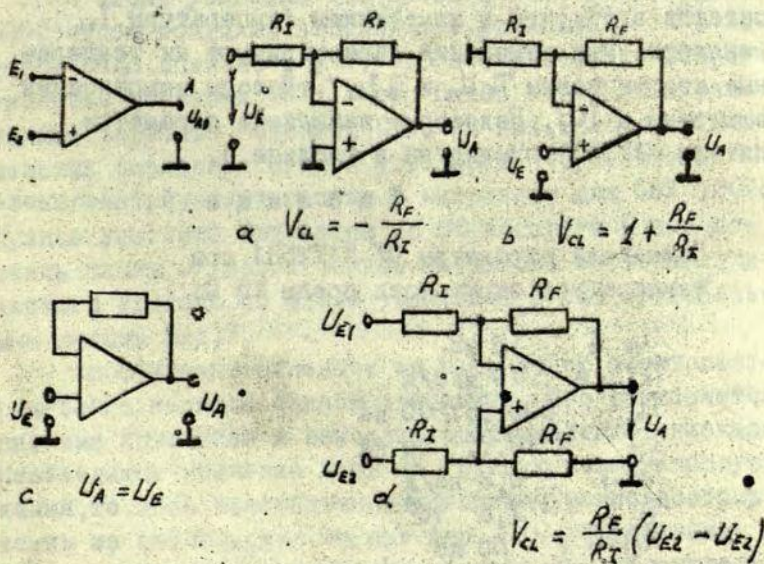


Рис. 6. Основные типы усилителей: а / инвертирующий усилитель; б / неинвертирующий усилитель; в / повторитель напряжения; д / усилитель с дифференциальным входом.

двух  $\Phi_{2V}$ .

Важные параметры ОУ, характеризующие его применимость в схемах для усиления медленно меняющихся сигналов — входное напряжение смещения  $U_{01}$  и входной ток смещения  $I_{01}$ . Практически они зависят от того, насколько идентичны по характеристикам транзисторы входного дифференциального каскада.  $U_{01}$  — это дополнительное напряжение, которое должно быть подано на вход усилителя, чтобы, при отсутствии входного сигнала, выходное напряжение усилителя равнялось нулю, в случае предельно низкоомного источника сигнала. Входной ток смещения  $I_{01}$  характеризует неидентичность входных транзисторов по токам базы;  $I_{01} = I_{B1} - I_{B2}$ . Поэтому, если на входах усилителя включить абсолютно идентичные сопротивления, то на выходе все же появится напряжение разбаланса, в каждой схеме с ОУ предусмотрены меры компенсации  $U_{01}$  и  $I_{01}$ . Однако, главный недостаток в том, что с изменением температуры  $I_{01}$ ,  $U_{01}$  меняются. Эти изменения характеризуют их температурные коэффициенты  $T_k U_{01}$  и  $T_k I_{01}$ . Методы компенсации рассмотрены в [9]. Некоторые важнейшие параметры усилителя К1УТ531 приведены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1.

Важнейшие параметры ОУ К1УТ531 при температуре окружающей среды 25 С.

$U_{01} \leq$	10 мВ
$T_k U_{01} \leq$	10 мкВ/К
$I_{01} \leq$	300...1500 нА
$T_k I_{01} \leq$	10...50 нА/К
$V_0$	$\approx 1,5 \cdot 10^4$
КПСП $\geq$	65 дБ
$R_{i_{01}} \geq$	200 ком
$R_{01} \approx$	200 Ом

Если произвести анализ относительно температурных дрейфов по напряжению и току, то можно заклю-

нить, что предельное значение сопротивления источника сигнала для данного усилителя 0,5... 1 Мом, поэтому применять данный усилитель непосредственно на входе установки без согласующего каскада представляется затруднительным. Кроме этого входное сопротивление усилителя недостаточно велика.

### § 3. Практические схемы на ОУ для фотоэлек- трической установки

Поскольку сигнал от установки должен быть передан по длинному кабелю, то целесообразно иметь на входе устройства для определения среднего момента дополнительный развязывающий усилитель. В нашем случае коэффициент усиления этого усилителя около 50.

К этому усилению еще нужно добавить примерно 6000, чтобы получить необходимое усиление  $3 \cdot 10^5$ , которое было оценено в § 1. Это в случае, если сопротивление нагрузки ФДУ 1 Мом. Здесь могут быть различные варианты решения. Один из них, требующий наименьших переделок старой установки [4], оставить электрометрический каскад с нагрузкой для ФДУ 100 Мом. Нужное усиление снижается до 60, которого можно достичь одним ОУ, подключенным на выходе электрометрического каскада по схеме усилителя с дифференциальным входом рис. 7.

Коэффициент передачи по напряжению электрометрического каскада близок к единице. Это объясняется низкими крутизной и выходным сопротивлением каскада. Необходимое усиление дает ОУ. Нужную полосу пропускания, то есть запаздывание усилителя, можно достичь таким же методом, как до сих пор [4] — подключением параллельно нагрузочным сопротивлениям ФДУ емкостей, как показано на рис. 7. Также можно подключить одну емкость параллельно резистору обратной связи  $R_c$ . В обоих случаях достичь жесткой стабилизации запаздывания трудно. В первом случае из-за нестабильности

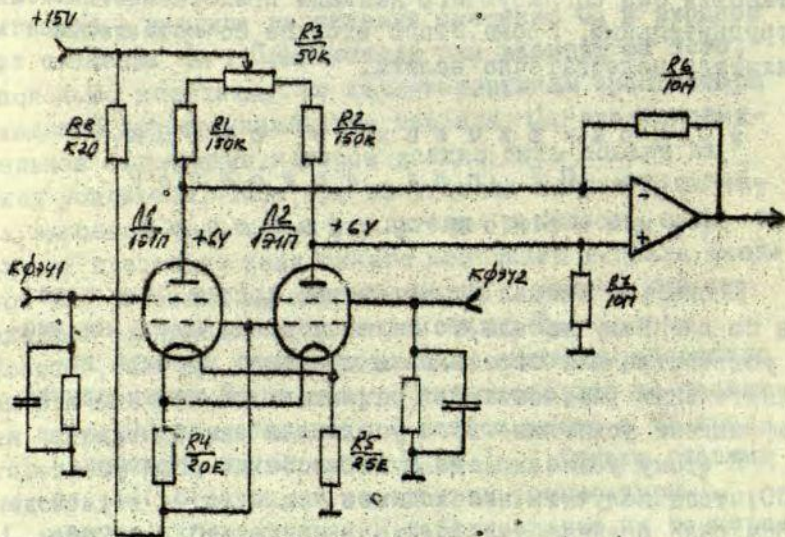


Рис. 7. Комбинация электрометрического каскада с ОУ.

высокоомного резистора и утечек монтажа. Во втором - частотная характеристика усилителя может зависеть от положения потенциометра баланса  $R_3$ .

Чтобы достичь по возможности большей стабильности запаздывания в установке имеются два каскада усиления. В первом каскаде применяется модифицированный ОУ с полевыми транзисторами на входе /рис. 8/. Это увеличивает входные сопротивления и уменьшает ток смещения усилителя до 0,05 нА. Теперь смело можно ставить сопротивления нагрузки ОУ 1...2 Мом. Полевые транзисторы нужно подобрать с одинаковыми характеристиками и рабочую точку их выбрать в месте нуле-

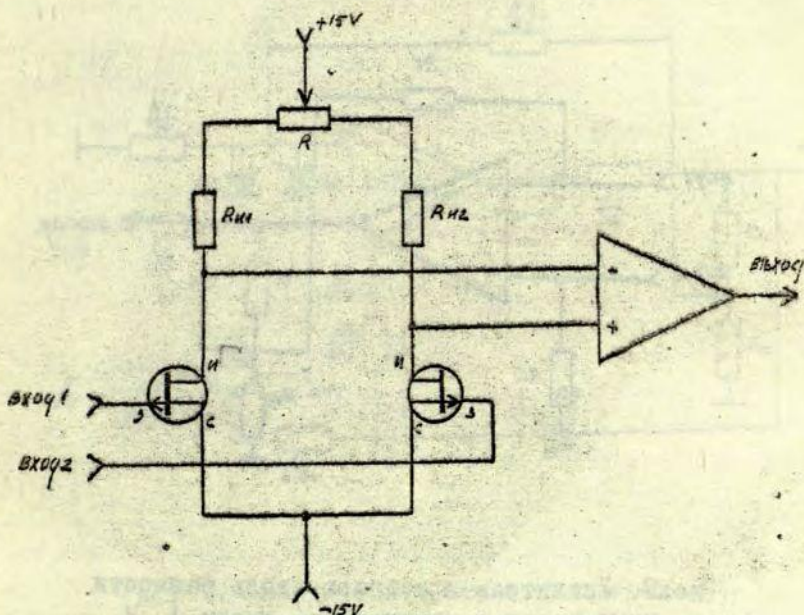


Рис. 8. Применение полевых транзисторов для увеличения входного сопротивления ОУ.

вого температурного коэффициента. Кроме того обязательно монтировать их совместно на радиатор с хорошей теплопроводностью. Это уменьшает температурный градиент переходов обоих транзисторов. Однако, дрейф по напряжению смещения такого каскада не будет меньше 20...30 мкВ/к [10], [11]. Лучшим решением являются спаренные полевые транзисторы на одной подложке интегральной схемы. ОУ с полевыми транзисторами на входе применяется в схеме усилителя преобразователя разности токов /рис.9/. При этом стабилизация частотной характеристики /запаздывания/ до-

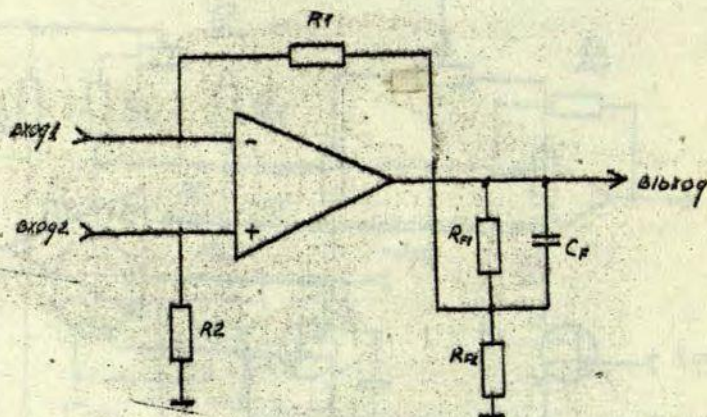


Рис. 9. Усилитель-преобразователь разности двух токов в напряжение. Входы 1, 2 подключают к анодам фотоумножителей.

стигается формированием ее в звене ООС усилителя по методу, предложенному в [12]. Главное преимущество этого метода — усиление схемы определяют резисторы средних номиналов  $R_{F1}$ ;  $R_{F2}$ . В нашем случае оптимальное значение  $R_{F1} \cdot R_{F2} / (R_{F1} + R_{F2})$  будет около 20 кОм / в сто раз больше выходного сопротивления усилителя и в сто раз меньше сопротивлений нагрузки  $R_1$ ;  $R_2$  ФЭУ рис. 7/. Подключая параллельно  $R_{F1}$  емкость  $C_F$ , получаем частотно-зависимую ООС усилителя, которая формирует характеристику усилителя в широких пределах независимую от экземплярных различий параметров усилителя, изменений температуры и т.д. В нашем случае выгодно коэффициент усиления первого усилителя взять возможно меньше, чтобы увеличить точность формирования частотной характеристики. Другими словами, первый усилитель служит главным образом для вычитания фототоков

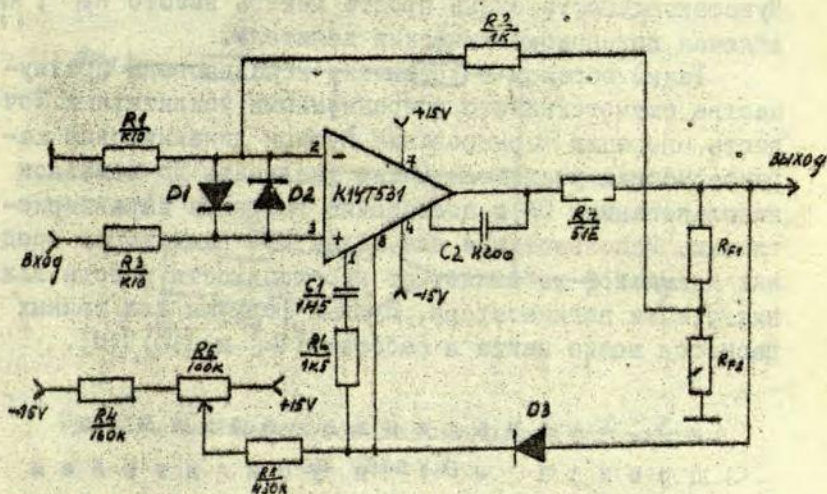


Рис. 10. Практическая схема неинвертирующего усилителя.

обоих умножителей, получения стабильного запаздывания и низкого сопротивления. Второй усилитель тогда может работать в стандартной схеме неинвертирующего усилителя, с малоомными резисторами  $R_1$ ,  $R_2$  в цепи ООС и широкой полосой пропускания, 5...10 кГц [6]. Полосу пропускания формируют цепи частотной коррекции  $R_6$ ,  $C_1$  и  $C_2$  рис. 10. Диоды  $D_1$ ;  $D_2$ ;  $D_3$  служат для защиты микросхемы от чрезмерно больших напряжений на входах. Подробные сведения о выборе цепей защиты и частотной коррекции можно найти в [13], [14]. Резисторы  $R_4$ ,  $R_5$ ,  $R_6$  служит для компенсации напряжения смещения  $U_{05}$ . Коэффициент усиления удобно менять при помощи резисторов  $R_{F1}$ ,  $R_{F2}$ , при этом не нарушается компенсация смещения. Если на выходе таково усилителя включить стрелочный индикатор по такой усилитель может служить как чувствительный индикатор на выходе



установки, при помощи которого можно устанавливать смещение основного усилителя и наблюдать за сигналом. Чувствительность очень просто менять вместо  $R_{F1}$ ;  $R_{F2}$  включая потенциометрический делитель.

Таким образом в установке использованы преимущества схемотехники с операционными усилителями. Точность операции формирования нужной динамической характеристики усилителя можно увеличить до желаемой использованием  $OV$  с достаточно высокими характеристиками. Использование для целей  $ООС$  резисторов средних номиналов избавляет от необходимости учесть влияние утечки конденсатора. Нужные формулы для точных расчетов можно найти в работах [12] и [15], [16].

### 3. Уменьшение влияния дрейфа ЭУ и усилителей введением отрицательной обратной связи с динамическим запоминающим устройством

Доводы в пользу автоматической стабилизации приведены нами в [5]. Там же предложено электронное устройство дискретного действия, позволяющее компенсировать медленный уход нулевого выходного уровня фотоэлектрической установки. Важнейший признак такого компенсирующего устройства - необходимость в запоминающем устройстве. Запоминающее устройство сохраняет значение напряжения, которое необходимо для поддержания нулевого уровня. Во время регистрации прохождений звезд поддерживается постоянное напряжение, которое имелась в запоминающем устройстве в начальный момент регистрации. Предложенное нами ранее устройство, работающее по принципу дискретного накопителя, для достижения точности его действия, требует много элементов цифровых логических устройств. Между тем, использование операционного усилителя в

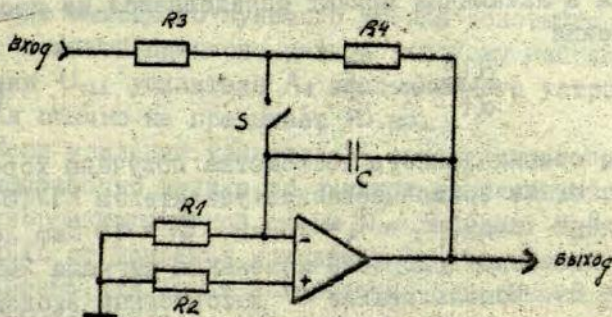


Рис. 11. Динамическое запоминающее устройство на базе ОУ

схеме интегратора, работающего в режиме запоминания, позволяет использовать аналоговое динамическое запоминающее устройство даже в нашем случае, когда требуется время запоминания около 1000 с. Схема такого устройства, рис. 11, содержит операционный усилитель, конденсатор и несколько резисторов. Анализ работы схемы можно начинать с положения, когда ключ  $S$  замкнут. Тогда схема работает в режиме инвертирующего усилителя – режим слежения. При размыкании ключа на конденсаторе  $C$  хранится текущее значение входного напряжения – режим запоминания. Во время запоминания происходит медленный разряд конденсатора, то есть накапливается ошибка хранения. Допустимая величина этой ошибки определяет время запоминания. Воспользуемся готовым выражением из [17]. Выходное напряжение  $U_{\text{вых}}(t)$  в режиме запоминания изменяется по закону

$$U_{\text{вых}}(t) = (U_0 - V_0 R_1 I) \exp[-t/R_1 C(1 - V_0)] + V_0 R_1 I, \quad (5)$$

где  $U_0$  – начальное значение выходного напряжения  $U_{\text{вых}}(t)$ , а  $I = I_{05} + U_{05}/R_1$ ;  $I_{05}$ ,  $U_{05}$  – величины смещения ОУ. Эффективное значение конденсатора увеличивается в  $V_0$  раз. Поэтому даже для больших значений вре-

мени запоминания емкость конденсатора остается в разумных пределах. Скорость изменения выходного напряжения в начальный момент определяется из простого соотношения

$$\frac{dU_o}{dt} = \frac{I}{C} \quad (6)$$

При опробовании данного устройства получены хорошие результаты. Мы воспользовались усилителем К1УТ531. При  $R_1 = R_2 = 1$  Мом,  $R_3 = R_4 = 1$  ком,  $C_1 = 10$  Мкф легко достичь начальную скорость изменения сигнала  $2\text{мВ/с}$  при  $U_o = 3\text{В}$ . Использование СВ высокоомным входом /рис.8/ здесь очень желательна. Включением такого

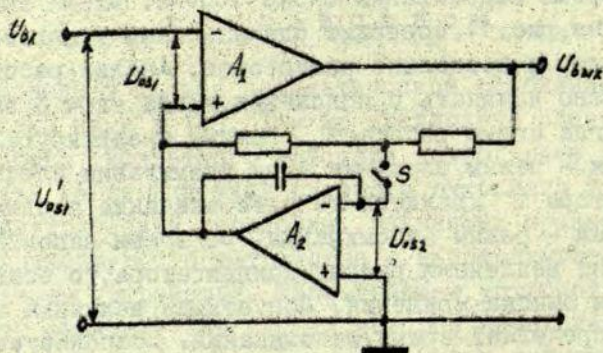


Рис.12. Компенсация дрейфа при помощи запоминающего устройства.

запоминающего устройства в цепь отрицательной обратной связи усилителя /рис. 12/ можно обеспечить стабилизацию выходного нулевого уровня основного усилителя с ошибкой, примерно равной входному напряжению смещения  $U_{0,2}$  усилителя  $A_2$  запоминающего устройства, которая обычно не превышает 10 мВ.

Если усиление усилителя  $A_2$  запоминающего устройства достаточно велико, то входное напряжение смещения откорректированной схемы  $U'_{0,1}$  зависит практически только от усиления усилителя  $A_2$  [18]. В нашем случае выгодно, что такая компенсация охватывает также дрейф выходного тока ФЭУ, который также имеет существенное влияние поскольку сигналы от слабых звезд примерно одинаковой величины с темновым током ФЭУ.

## 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.записки Латв.ГУ", 1971, т.148, вып.3, с. 1-10.
2. Огриньш М.П. Устройство определения среднего момента прохождения звезд. - "Уч.записки Латв.ГУ", 1972, т.169, с. 1-16.
3. Огриньш М.П. Устройство для непосредственной регистрации средних моментов прохождений звезд с выдачей результата на цифropечатающее устройство. - "Уч.записки Латв.ГУ", 1974, т.202, с.
4. Цирулис К.А. Фотоэлектрическая установка регистрации моментов прохождения звезд. - "Уч. записки Латв.ГУ", 1964, т.68, вып.2, с.5-6.
5. Штейнс К.А., Огриньш М.П., Иванов А.В. Об использовании передвижной дорожки при наблюдении прохождения звезд. - "Уч.записки Латв.ГУ", 1973, т.190, вып.6, с.24-50.
6. Knopke, K.E. Eigenschaften und Anwendung der analogen Schaltkreise A 109 und A 110. - "radio fernsehen elektronik" 1973, B.22, N.18, S.585-588.
7. Knopke, K.E. Analoge Festkorperschaltkreise fur die kommerzielle Elektronik un fur die Konsumguter elektronik. - "radio fernsehen elektronik", 1973, B.22, N.11, S.354-356; 362-364.

8. Aigringen, M., Heymel, G., Unger, H., Zietkowski, K.,  
Frequenzkompensierter Operationsverstärker A709  
mit hoher slew-Rate - "radio fernsehen elektronik",  
1973, B.22, n.24, S.804-806.
9. Kunzel, R. Nullpunktfehler des Operationsverstärkers.-  
"Internationale Elektronische Rundschau", 1973, B.27,  
n.5, S.99-102.
10. Севин, Л. Полевые транзисторы. М. "Советское ра-  
дио", 1968.
11. Todd Carl David. Simplicity amplifier design.-  
"Electronic Design", 1966, V.14, N 3, p.64-68.
12. Демроу, Р.И. Уменьшение пределов погрешности опе-  
рационных усилителей.- "Электроника", русский  
перевод. т.41, № 8, с.17-24.
13. Müller, K.H. Frequenzkompensierung bei monolithischen  
Operationsverstärkern. - "Internationale Elektronische  
Rundschau", 1968, B.22, n.10, S.254.
14. Rogen, R.R. OP-Amps at work using the 709.- "Radio-  
electronics", 1972, N 9, p.44.
15. Bonfig, K.W., Gerhold, E. Der Operationsverstärker.-  
"Archiv für technisches Messen", 1971, N.3, S.63.
16. Гальперин, М.В. и др. Транзисторные усилители  
постоянного т.ка. М. "Энергия", 1972.
17. Allen Craig n. Low-drift integrator circuit.- "IEEE  
J.Solid - State Circuits", 1973, N 8, N3, p.235-237.
18. Hermann, P. Mikrovoltverstärker mit driftkompensieren-  
der Rückführung.- "ELEKTRONIK", 1972, B.21, n.7, S.227.

## Р е з ю м е

А. В. И в а н о в

ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ  
ОПРЕДЕЛЕНИЯ СРЕДНЕГО МОМЕНТА ПРОХОЖДЕНИЯ ЗВЕЗД

Приводятся принципы построения фотоэлектрической установки, специально предназначенной для устройства определения среднего момента прохождения звезд с учетом случайных выбросов. Дана оценка необходимого коэффициента усиления усилителя. В установке использованы интегральные микросхемы операционных усилителей. Используя схемотехнические приемы можно добиться значительной стабилизации запаздывания усилителя. Коррекция медленного ухода нулевого уровня выхода осуществляется при помощи динамического запоминающего устройства, включенного в обратную связь усилителя. Такой принцип построения корректирующего устройства обеспечивает стабилизацию выходного нулевого уровня установки с точностью  $\pm 1,0\text{ мВ}$ . Таблиц - 1, иллюстр. - 12, библиогр. - 18 назв.

## K o r s a v i l k i n s

A. I v a n o v s

FOTOELEKTRISKA IERKĀRTA ZVAIGZŅU VIDĒJO TRANZĪT-  
MOMENTU NOTEIKŠANAS IERĪCĒI

Aprakstīti iekārtas izveidošanas principi gadījumam, kad tiek pielietota vidēja tranzītmomentu noteikšanas ierīce, ievērojot gadījuma izmetumus. Novērtēta nepieciešamais pastiprinājums pastiprinātājam. Iekārtā pielietotas operāciju pastiprinātāju integrālsēmes. Izmantojot shēmotehniskus paņēmienus, panākta ievērojama signāla nokavē-

sanās stabilizācija pasā pastiprinātājā. Lēni mainīgu iekārtas izejas līmeņa noliecu stabilizēšanai izmantota dināmiska atmiņas iekārta, kura ieslēgta pastiprinātāja atgriezeniskās saites ķēdē. Šādi izveidota iekārta nodrošina izejas līmeņa stabilitāti  $\pm 1,0$  mV.

### S u m m a r y

A. I v a n o v s

#### PHOTOELECTRIC DEVICE FOR DETERMINATION OF MEAN PASSAGE MOMENT OF STARS

The paper contains the basic principles for the design of a device specially meant for the determination of the mean moment of passage of a star, accounting for accidental ejections. The necessary coefficient of amplifications of the amplifier is estimate. Integral micro-schemes have been used for operational amplifier circuits. Use of special circuiting techniques permits considerable stabilization of time-lag of the amplifier. Correction for slow shift of output zero is effected by means of a dynamic storage device in the feed-back circuit of the amplifier. This principle in the design of the correcting system produces stabilization of the output zero level with an accuracy of  $\pm 1,0$  mV.

Настоящая статья докладывалась на всесоюзном совещании по автоматизации регистрации времени и определению координат, состоявшимся в Риге с. 14 по 16 мая 1974 г.



УДК 522.98

М. П. О г р и н ь ш

УСТРОЙСТВО ДЛЯ НЕПОСРЕДСТВЕННОЙ РЕГИСТРАЦИИ  
СРЕДНИХ МОМЕНТОВ ПРОХОЖДЕНИЙ ЗВЕЗД С ВЫДАЧЕЙ  
РЕЗУЛЬТАТА НА ЦИФРОПЕЧАТАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО

В Астрономической обсерватории Латвийского государственного университета было изготовлено и испытано устройство для определения средних моментов прохождения звезд. Применение устройства значительно сокращает время обработки результатов наблюдений, а также увеличивает точность регистрации звездных прохождений по сравнению с регистрацией на печатающем хронографе. Это еще раз подтверждается результатами, помещенными в таблице 1. В таблице приводятся результаты параллельных регистраций звездных прохождений как устройством так и печатающим хронографом. На основе тех и других данных вычислены поправки часов. В таблице приведены значения ошибок единицы веса поправок часов  $m$  в миллисекундах. Значения ошибок единицы веса  $m_1$  получены по данным регистрации звездных прохождений на печатающем хронографе, а  $m_2$  по данным определения средних моментов устройством для тех же звезд. По приведенным результатам в среднем ошибка единицы веса в результате применения устройства определения среднего момента уменьшается на 30%, причем уменьшение ошибки больше при худших атмосферных условиях, когда имеются большие помехи. В этих условиях влияние инерции хронографа сказывается сильнее.

Средние моменты прохождений звезд определены из 12 контактов.

Число звезд	$m_1$	$m_2$	$m_1/m_2$
10	17,0	10,1	1,7
11	18,1	19,0	0,95
10	11,7	10,6	1,1
10	14,3	7,8	1,8
21	16,3	16,2	1,0
10	24,6	19,0	1,3
24	26,0	18,5	1,4
			ср. 1,3

Приведенные результаты а также то, что применение устройства на 50% сокращает обработку результатов наблюдений, позволяют делать заключение, что введение устройства в практику службы времени является оправданным и можно ожидать хороших результатов.

Основные узлы устройства определения средних моментов были выполнены на электровакуумных лампах [1]. Преимущества полупроводниковых приборов перед электровакуумными лампами общеизвестны: экономичность, надежность, малые размеры. В настоящей статье дается описание устройства для определения средних моментов, выполненного на полупроводниковых приборах.

На рис. 1 дана функциональная схема устройства. Она в основном совпадает со схемами в [2,3].

Обозначения на рис.1 следующие: ПУ - пороговое устройство, ТУ - триггер управления, ТП - триггер пуска, М - формирователь меток, П - ключ начала регистрации.

Работа функциональной схемы была подробно описана в [2].

Принципиальная электрическая схема устройства дана на рис. 2 и 3. На рис.2 дана схема генератора меток, принцип работы которого дан в [4]. В качестве

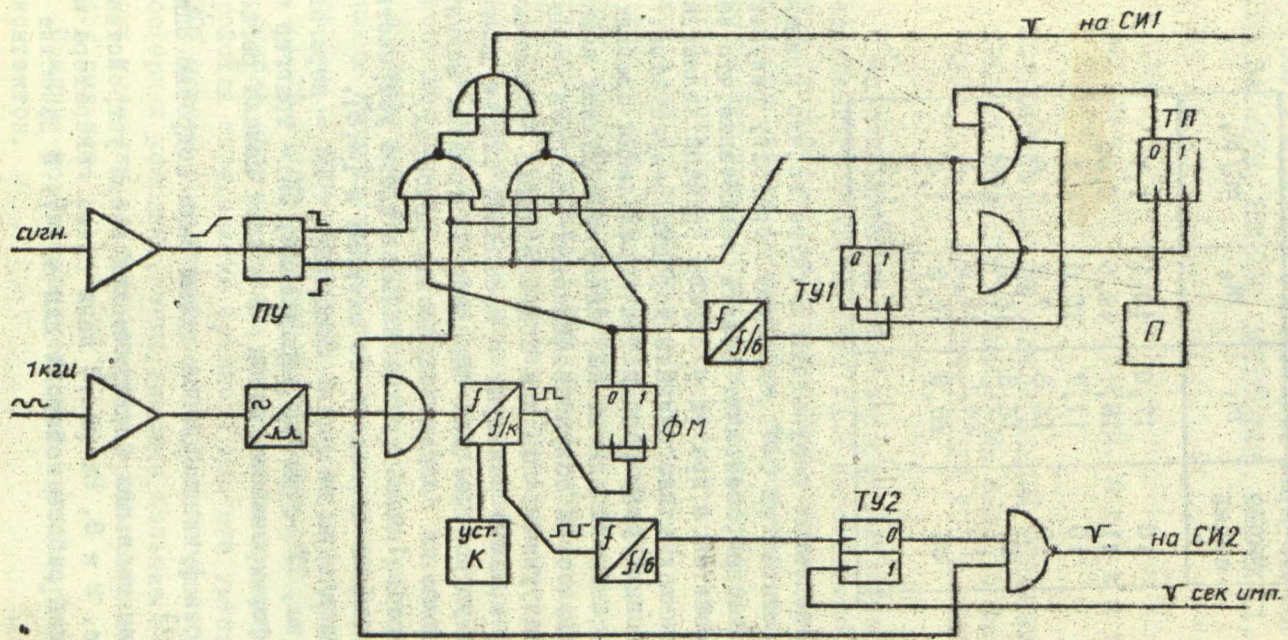
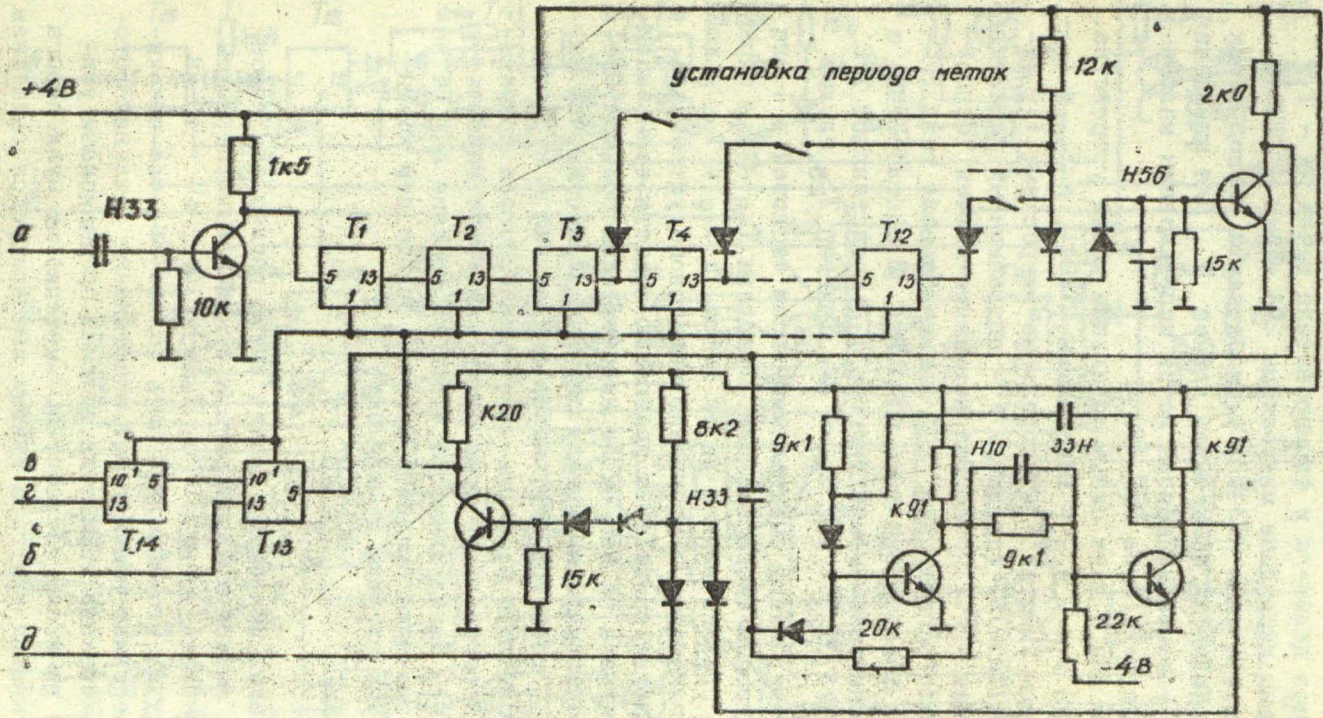


рис. 1



83

рис. 2

триггеров делителя и формирователя меток  $T_1 - T_{14}$ , применены гибридные микросхемы 204 серии - 2ТК041, транзисторы типа КТ315В, Г. Необходимый период меток устанавливается замыканием ключей 4. Для замыкания ключей установки периода меток использованы малогабаритные реле типа РЭС-49.

На рис. 3 дана схема остальной части устройства. Триггеры  $T_{15} - T_{23}$  - микросхемы 2ТК041, а  $T_{24}$  и  $T_{25}$  /триггеры Шмитта/ - интегральные микросхемы 119 серии - К1ТШ191А. Усилитель У - операционный усилитель 140 серии - К1УТ401А. Для замыкания ключей "сброс" и "начало"регистрации" /П/ применены реле типа РЭС-49. Все транзисторы типа КТ315В, Г. В соответствии с функциональной схемой триггер  $T_{18}$  представляет ТУ2,  $T_{22} - ТУ1$ ,  $T_{23} - ТП$ ,  $T_{24} - ПУ$ . Триггер  $T_{25}$  служит для формирования счетных импульсов частотой в 1 кГц из синусоидального сигнала. Триггеры  $T_{15} - T_{17}$  определяют средний момент из 12 меток, а  $T_{19} - T_{21}$  - конец регистрации. Гистерезис порогового устройства / $T_{24}$ / может привести к уравнению яркости, если амплитуда сигнала на его входе недостаточно большая. Оценим необходимую амплитуду сигнала. Допустим, что на вход  $T_{24}$  подается синусоидальный сигнал с периодом  $T$  и амплитудой  $A$ , а при пересечении порога срабатывания порогового устройства сигнал имеет наибольшую крутизну. Тогда для того, чтобы гистерезис  $\Delta U$  не вызвал смещения среднего момента больше чем на  $\Delta t$ , амплитуда сигнала должна быть

$$A > \frac{\Delta U}{\Delta t} \frac{T}{4\pi}$$

Такую амплитуду должен иметь сигнал для самой слабой регистрируемой звезды с наибольшим периодом. Если выбрать  $\Delta t = 10^{-3}$  с,  $T_{\max} = 10$  с,  $\Delta U = 10$  мВ, то получим, что  $A$  должно быть больше 8В. Эта величина определяет необходимый коэффициент усиления фотоэлектрического усилителя, включая операционный усилитель на входе устройства. Смещение от нуля порога срабатывания триггера Шмитта компенсируется смещением

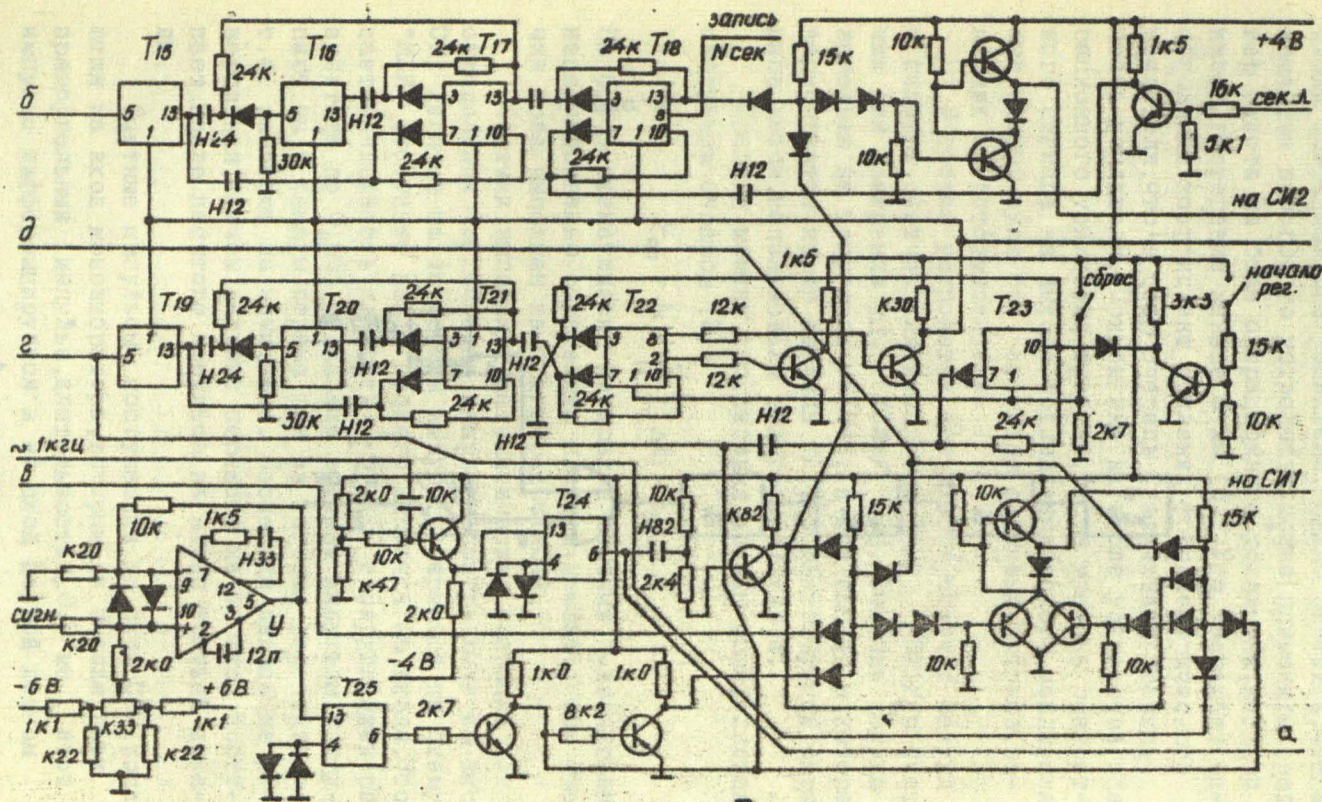


рис. 3

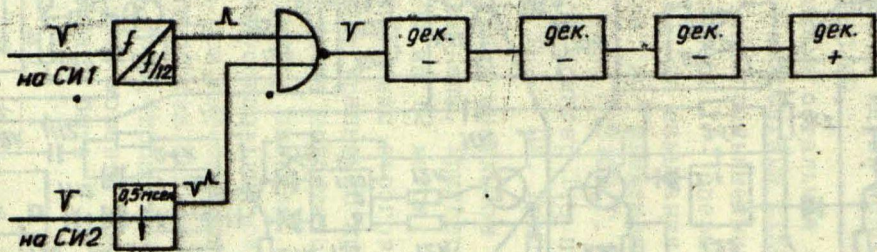


рис. 4

входа операционного усилителя. Нужно отметить, что в качестве порогового устройства можно применить триггер Шмитта на базе операционного усилителя, который имеет гистерезис меньше 5 мВ [5]. Это уменьшает необходимый коэффициент усиления фотоэлектрического усилителя, что в свою очередь увеличивает стабильность усилителя. Применение на входе устройства операционного усилителя требует, чтобы уровень равностного сигнала на выходе фотоэлектрического усилителя был равным нулю при равенстве световых потоков, падающих на фотомножители.

В состав устройства еще входят счетчик секунд с памятью, счетчик для измерения  $\sum \Delta t_i$  /СИ1/ и счетчик для измерения  $\Delta t_c$  /СИ2/ [3]. Счетчик секунд выполнен на триггерах 2ТК041, а для памяти, в которой записывается номер секунды  $N$ , соответствующий середине меток, использованы триггеры К1ТР141А.

Средний момент прохождения звезды определяется следующим образом [3]:

$$t_{\text{ср}} = N - \frac{1}{12} \sum \Delta t_i - \Delta t_c$$

На рис. 4 схематически изображен счетчик, позволяющий непосредственно определить средний момент. Этот счетчик тоже выполнен на триггерах 2ТК041.

Счетчик выполняет математические операции для определения  $t_{\text{ср}}$ . Счетные импульсы, поступающие на вход СИ1 делятся на 12, причем импульс переноса на схему "ИЛИ" поступает после шестого импульса на входе. Это дает возможность измерить  $\frac{1}{12} \sum \Delta t_i$  с округлением результата до 0,001 с. Дальше счетные импульсы поступают на 4 декады, первые три из которых реверсивные, т.е. работают на вычитание. Последняя декада не реверсивная, причем импульс переноса на ее вход поступает после десятого импульса на входе третьей декады.

Счетные импульсы, поступающие на вход СИ2, подаются на вход моновибратора, который на выходе дает прямоугольный импульс, длительностью 0,5 мс, этот импульс дифференцируется и на вход первой декады



поступают счетные импульсы соответствующие заднему фронту выходного импульса моновибратора, т.е. сдвинутые относительно счетных импульсов на входе СИ1 на 0,5 мс. Показания декад передаются на цифropечатающее устройство. На цифropечатающее устройство также передается номер секунды  $N$ , записанный в памяти счетчика секунд. Показания реверсивных декад дают десятые, сотые и тысячные доли секунды среднего момента, а число полных секунд, соответствующих среднему моменту можно найти, если вычесть из  $N$  показание четвертой декады.

Для питания устройства необходимы следующие источники напряжения:  $\pm 12$  В,  $\pm 6$  В,  $\pm 4$  В,  $\pm 3$  В.

### Л и т е р а т у р а

1. Огриньш М.П. Устройство для определения среднего момента прохождения звезд. - "Уч.записки Латв.ГУ", 1972, т.169, с.3.
2. Штейнс К.А., Огриньш М.П., Иванов А.В. Об использовании передвижной дорожки при наблюдении прохождения звезд. - "Уч.записки Латв.ГУ", 1973, т.190, вып.9, с.24.
3. Огриньш М.П. Результаты регистрации средних моментов прохождения звезд. - "Уч.записки Латв.ГУ", 1974, т.202, вып.10, с.3.
4. Огриньш М.П. О настройке генератора меток устройства для определения среднего момента прохождения звезд. - "Уч.записки Латв.ГУ", 1973, т.190, вып.9, с.64.
5. Hans Nahn. Operationsverstärker - vielseitige Fertigungsteile für die Automation. - "Automatik" 1970, N 3, я.74.

## Р е з ю м е

М. П. О г р и н ь ш

УСТРОЙСТВО ДЛЯ НЕПОСРЕДСТВЕННОЙ РЕГИСТРАЦИИ  
СРЕДНИХ МОМЕНТОВ ПРОХОЖДЕНИЙ ЗВЕЗД С ВЫДАЧЕЙ  
РЕЗУЛЬТАТА НА ЦИФРОПЕЧАТАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО

Описано устройство для регистрации средних моментов прохождения звезд, в котором применен реверсивный счетчик импульсов с двумя входами, позволяющий непосредственно регистрировать средний момент. Устройство выполнено на полупроводниковых микросхемах и транзисторах.

Таблиц - 1, иллюстр.-4, библиогр. - 5 назв.

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

M. O g r i n š

IEKĀRTA TIEŠAI ZVAIGZĻU VIDĒJO TRANZĪTMOMENTU  
REGISTRĒŠANAI AR REZULTĀTU IZVADĪSANU UZ CIPARU  
DRUKĀJOŠO IEKĀRTU

Aprakstīta zvaigzņu vidējo tranzītmomentu registrēšanas iekārta, kurā pielietots reversīva impulsu skaitītājs ar divām ieejām tiešai vidējā momenta registrēšanai. Iekārta izgatavota, izmantojot pusvadītāju mikroshēmas un tranzistorus.

## Summary

M. O g r i n s

DEVICE FOR DIRECT REGISTRATION OF MEAN PASSAGE  
MOMENTS OF STARS WITH TRANSFER OF RESULTS UPON  
DIGITAL PRINTER

The paper presents a description of a device for registering moment of passage of stars. A reversible impulse counter with two inputs is used, permitting direct registration of the mean moment. The device is based on semiconductor and transistor micro-circuits.

## С о д е р ж а н и е

1. К.А.Штейнс. О поэтапном введении АСУ для пассажного инструмента АО ЛГУ .....	3
2. А.В.Иванов. О скачках лично-инструментальной ошибки фотоэлектрической установки АО ЛГУ в 1970 и 1973 годах .....	17
3. К.А.Штейнс и А.В.Иванов. Каталог для автоматических фотоэлектрических наблюдений звезд каталога КСВ .....	29
4. А.В.Иванов. Фотоэлектрическая установка устройства для определения среднего момента прохождения звезд .....	55
5. М.П.Огриньш. Устройство для непосредственной регистрации средних моментов прохождений звезд с выдачей результата на цифropечатающее устройство .....	80

## C o n t e n t s

1. K.Šteins. Introduction of automatic CS for the passage instrument at the Latvian State University Astronomical observatory .....	3
2. A.Ivanovs. Personal and instrumental error leaps in the photoelectric time-service device of the Latvian State University Astronomical observatory in the years 1970 and 1973 .....	17
3. K.Šteins, A.Ivanovs. The catalogue for automatic photoelectric observation of stars from TSC .....	29
4. A.Ivanovs. Photoelectric device for determination of mean passage moment of stars .....	55
5. M.Ogriņš. Device for direct registration of mean passage moments of stars with transfer of results upon digital printer .....	80

Ученые записки, том 220

Астрономия

Выпуск II

УЧЕТ ВЛИЯНИЯ АСТРОКЛИМАТА  
НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЧНОГО ВРЕМЕНИ

Редактор Э. Каупш  
Технический редактор С. Плауде  
Корректор П. Розенберг

Латвийский государственный университет  
Рига 1975

Подписано к печати II.XII.1974. ЯТ 21330. Зак. № 330.  
Ф/б 60x84/16. Бумага №1. Физ.п.л. 6,0. Уч.-и.л. 4,3  
Тираж 450 экз. Цена 43 к.

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

LU bibliotēka



200024407

Цена 43 к.