

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ РОССИИ

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ОРДЕНА "ЗНАК ПОЧЕТА"
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ГЕОДЕЗИИ,
АЭРОСЪЕМКИ И КАРТОГРАФИИ им.Ф.Н.КРАСОВСКОГО
(ЦНИИГАиК)

УДК
№ гос. регистрации
Инв. №



Н.Л.Макаренко

МЕТОДИКА ИНСТИТУТА.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНОГО АСТРОНОМИЧЕСКОГО
ПУНКТА

МИ БГЕИ 24-92

Зам. директора
по научной работе, К.Т.Н.

Зав. отделом

Зав. лабораторией

Руководитель договора, К.Т.Н.

Ответственный исполнитель, К.Т.Н.

А.А.Синдеев

Н.А.Гусев

П.Е.Лазанов

Л.В.Неверов

Л.В.Неверов

Москва 1993

Методика института

Методика института
Определение основного
астрономического пункта

МИ БГЕИ 24-92

Утверждена приказом по ЦНИИГАиК – головной организации метрологической службы Роскартографии №

Срок введения установлен с

В В Е Д Е Н И Е

В настоящем нормативно-техническом документе изложена методика определения основного астрономического пункта с помощью комплексов астрономического универсала АУ-01. В качестве базового способа рекомендовано определение долготы из многократного фотоэлектрического наблюдения пары звезд на соответственных высотах. Применение этого способа в сочетании предусмотренным порядком выполнения работ на определяемом и исходном основных астрономических пунктах направлено на получение результата требуемой предельно высокой точности. В числе принятых мер ослабления и исключения источников систематических погрешностей следующие: выполнение наблюдений на определяемом и исходном пунктах одними и теми же наблюдателями и приборами; применение безличного – фотоэлектрического способа регистрации моментов прохождения звезд; выполнение наблюдений на определяемом и исходном пунктах одновременно (интервал не более разности долгот) одних и тех же звезд; варьирование внешних условий наблюдений.

Технологический процесс определения долготы основного астрономического пункта описан с глубиной необходимой и достаточной для получения результата путем штатной эксплуатации двух комплексов АУ-01.

В разделе "Основные положения" изложены требования к астрономическому пункту, к составу производителей работ и их подготовке, к выбору исходного астрономического пункта. Описан порядок выпол-

нения наблюдений на определяемом и исходном пунктах, указан общий объем работ. Приведены формулы вычисления долготы основного астрономического пункта и оценки точности по результатам определений долгот пунктов.

В остальных, втором, третьем и четвертом разделах последовательно изложены этапы работы по определению долготы из многократного фотоэлектрического наблюдения пары звезд на соответствующих высотах.

I. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Основной астрономический пункт размещается на открытой территории вдали (не ближе 500 м) от локальных источников рефракционных аномалий (холмов, водоемов, леса, зданий и промышленных сооружений). Подстилающая поверхность вокруг пункта должна быть ровной, горизонтальной, имеющей травянистую растительность. Допустимо расположение пункта на возвышенном месте, имеющем склоны равной крутизны во все стороны.

На пункте необходим астрономический столб высотой не менее 2.5 м, находящийся в павильоне, обеспечивающем защиту от ветра, осадков прямого нагрева солнечными лучами. Конструкция столба должна быть жесткой и устойчивой. Допускается плавное изменение наклона верхней площадки столба от температурной деформации со скоростью не более 2" в час. Пункт должен иметь центр над которым центрируется астрономический универсал при подготовке к выполнению наблюдений.

Для определения долготы основного астрономического пункта используются два комплекса астрономического универсала АУ-01, далее упоминаемые как приборы I и II, эксплуатацию каждого из которых осуществляет астрономическая бригада в составе двух человек:

- наблюдателя-инженера астрономо-геодезиста со стажем работы на астрономических определениях не менее 3-х лет;
- помощника наблюдателя - инженера геодезиста или опытного техника.

Лица, направляемые на определение долготы основного астрономического пункта, прежде чем приступить к этой работе должны пройти обучение под руководством представителя головной организации метрологической службы Роскартографии, выполнить пробные определения долготы, убедиться, что достигается требуемая точность ($m_y \leq 0.1''$) и получить свидетельство на право ведения работ.

Долгота основного астрономического пункта определяется в системе официальной долготы одного из исходных основных астрономических пунктов, список которых приведен в нормативно-техническом документе [I]. Подбор исходного пункта из этого списка должен быть осуществлен с таким расчетом, чтобы абсолютные величины разностей астрономических координат исходного и определяемого пунктов были минимальны.

Методика основана на представлении искомого значения долготы $\lambda_{оп}$ в виде суммы

$$\lambda_{оп} = \lambda_{ис} + \Delta\lambda \quad (I)$$

в которой $\lambda_{ис}$ официальная долгота исходного основного астрономического пункта, сообщаемая организацией, в ведении которой находится этот пункт, а $\Delta\lambda$ – приращение долготы определяемого пункта относительно исходного, получаемое из программы астрономических наблюдений.

Программа наблюдений для определения $\Delta\lambda$ включает $n = 36$ приемов, так что

$$\Delta\lambda = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta\lambda_i, \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2)$$

Прием содержит определение четырех долгот, каждое из которых осуществляется из многократного наблюдения одной пары звезд на соответственных высотах. Этот способ определения долготы описан в [2], [3].

Каждая долгота должна быть получена с точностью, характеризуемой величиной $m_y \leq 0.1''$ (см. п. 4.1.3).

Для случая, когда определяемый пункт находится восточнее исходного, каждый i -й прием составляют из следующих четырех определений долготы

1. Определение $\lambda'_{оп\ i}$, выполненное прибором I, установленным на определяемом пункте.

2. Определение $\lambda'_{ис\ ii}$, выполненное прибором II, установленным на исходном пункте, по наблюдению той же пары звезд, которая наблюдалась на определяемом пункте прибором I для получения значения $\lambda'_{оп\ i}$

3. Определение $\lambda'_{оп\ ii}$, выполненное прибором II, установленным на определяемом пункте.

4. Определение $\lambda'_{ис\bar{I}i}$, выполненное прибором I, установленным на исходном пункте, по наблюдению той же пары звезд, которая наблюдалась на определяемом пункте прибором II для получения $\lambda'_{оп\bar{II}i}$.

Интервал времени между первым и вторым определениями, а также между третьим и четвертым определениями численно приблизительно равен разности долгот пунктов.

Интервал времени, отделяющий первое и второе определения от третьего и четвертого должен быть в пределах от двух до десяти месяцев.

Для случая, когда исходный пункт, находится восточнее определяемого, первой определяют долготу $\lambda'_{ис\bar{I}i}$, второй — $\lambda'_{оп\bar{II}i}$, третьей — $\lambda'_{ис\bar{II}i}$, четвертой — $\lambda'_{оп\bar{I}i}$.

Для обеспечения варьирования внешних условий наблюдений, с целью уменьшения систематической части рефракционной составляющей погрешности конечного результата, в сутки на каждом пункте допускается определять не более двух долгот.

Каждая из полученных долгот должна быть исправлена поправками: за приведение к среднему полюсу в системе Международного условного начала (МУН) $\Delta\lambda_{мун}$ и за разность шкал всемирного и координированного времени $\Delta\lambda_{ут1}$.

$$\left. \begin{aligned} \lambda'_{ис\bar{I}i} &= (\lambda' + \Delta\lambda_{мун} + \Delta\lambda_{ут1})_{оп\bar{I}i}, & \lambda'_{ис\bar{II}i} &= (\lambda' + \Delta\lambda_{мун} + \Delta\lambda_{ут1})_{ис\bar{II}i}, \\ \lambda'_{оп\bar{II}i} &= (\lambda' + \Delta\lambda_{мун} + \Delta\lambda_{ут1})_{оп\bar{II}i}, & \lambda'_{ис\bar{I}i} &= (\lambda' + \Delta\lambda_{мун} + \Delta\lambda_{ут1})_{ис\bar{I}i}. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Эти поправки вычисляются по формулам:

$$\Delta\lambda_{мун} = -\frac{1}{15} (x \sin \lambda' + y \cos \lambda') \operatorname{tg} \varphi_0, \quad (4)$$

$$\Delta\lambda_{ут1} = (2UT1 + dUT1) - (UT1 - UTC), \quad (5)$$

в которых

φ_0 — приближенное значение широты пункта,

x, y — координаты мгновенного полюса, интерполированные из [7] или [8] по аргументу $UT1_{cp}^h$ (см. подпункт I пункт 4.3.2),

$UT1 - UTC$ — разность шкал всемирного и координированного времени, интерполированная из [7] или [8] по аргументу $UT1_{cp}^h$,

$2UT1 + dUT1$ — см. п. 2.3

Приращение долготы $\Delta\lambda_i$ по каждому i -ому приему определяется по формуле

$$\Delta\lambda_i = \frac{1}{2} \left[(\lambda_{оп\bar{i}} - \lambda_{ис\bar{i}}) + (\lambda_{оп\underline{i}} - \lambda_{ис\underline{i}}) \right] \quad (6)$$

Средняя квадратическая погрешность определения приращения долготы из программы астрономических наблюдений:

$$M_{\Delta\lambda} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta\lambda - \Delta\lambda_i)^2}{n(n-1)}} \quad (7)$$

Средняя квадратическая погрешность определения долготы основного астрономического пункта:

$$M_{\lambda_{оп}} = \sqrt{M_{\lambda_{ис}}^2 + M_{\Delta\lambda}^2}, \quad (8)$$

где $M_{\lambda_{ис}}$ — средняя квадратическая погрешность официальной долготы исходного астрономического пункта.

Методика определения долготы из многократного наблюдения пары ст. ст. на соответственных высотах, служащая для определения каждого из значений $\lambda_{оп\bar{i}}$, $\lambda_{ис\bar{i}}$, $\lambda_{оп\underline{i}}$, $\lambda_{ис\underline{i}}$, изложена ниже в пп. 2, 3, 4.

В тексте приняты следующие сокращения:

АЕ — Астрономический ежегодник

БФР — блок фотоэлектрической регистрации

МФ — микрометр фотоэлектрический

ОРБ — оптический разделительный блок МФ

ПУГ — плата усиления и формирования сигналов БФР

ФЭУ — фотоэлектронный умножитель

ЭКХ — экспедиционный кварцевый хронометр "Альтаир-1"

2. ПОДГОТОВКА К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ДОЛГОТЫ КОМПЛЕКСОМ АСТРОНОМИЧЕСКОГО УНИВЕРСАЛА АУ-01

2.1. Лабораторная подготовка приборов.

Для выполнения работ по определению долготы из многократного наблюдения пары звезд на соответственных высотах каждый используемый комплекс АУ-01 должен быть укомплектован в составе, указанном с п.4.2.5 [6]. Кроме того для работы необходимы термометр и барометр.

Входящие в этот состав приборы ПТР "Астра", ЭКХ "Альтаир-М", МПУ Φ -2-01, микроЭВМ "Электроника ДЗ-28" должны быть подготовлены и поверены согласно требований, изложенных в прилагаемых к ним эксплуатационных документах.

Остальные приборы должны быть поверены в соответствии с п.7 [5]. По перечню, приведенному в таблице п.7.1.1, должны быть выполнены все поверки, проводимые в эксплуатации ^{ис}закл^ючение следующих пунктов таблицы: 3.1 - 3.6, 3.11 - 3.15, 3.18, 3.26 - 3.28. При этом реп оптического микрометра должен быть определен для вертикального круга, величины $\gamma_{\text{ин}}$ и Δ не должны по модулю превышать 0.5". Погрешность компенсации отсчетной системы вертикального круга должна быть не более 0,3".

Результаты лабораторных поверок и исследований должны быть оформлены в виде ведомостей и предъявлены к сдаче в составе результатов астрономических определений.

2.2. Подготовка эфемерид

Осуществляют вычисление эфемерид для многократного наблюдения пар звезд на соответственных высотах, основываясь на использовании эфемерид способа Цингера [4].

Пользуясь этими эфемеридами сначала для требуемого интервала местного звездного времени подбирают пары звезд, затем для каждой из них вычисляют эфемериду вида, приведенного в таблице I. В этом примере эфемерида вычислена для пункта, расположенного на широте $\varphi = 43^{\circ}45'$. В первой строке таблицы указывают номер пары, номера и блеск восточной и западной звезд. Во второй строке - местное звездное время (эфемеридные моменты) прохождения восточной звезды через первый и последний рабочие альмукантараты. В третьей строке - зенитные расстояния рабочих альмукантаратов.

Таблица I

Пара	N 554/46 , E-149-1,8 , W-558-3,1																							
s	1 ^h 43,5 ^m						2 ^h 05 ^m																	
Z	46°	46°	45°	45°	45°	44°	44°	44°	43°	43°	43°	42°	20'	00'	40'	20'	00'	40'	20'	00'	40'	20'	00'	40'
A	269° 42'						273° 31'																	
A							89° 06'																	

В четвертой строке – азимуты восточной звезды в моменты прохождения ее через первый и последний рабочие альмукуантараты. В пятой строке – азимут западной звезды в момент прохождения ее через первый рабочий альмукуантарат.

Для вычисления данных используют формулы:

$$Z = \arccos [\sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos (\beta - \alpha)] \quad (9)$$

$$A = \arccotg [\sin \varphi \operatorname{ctg} (\beta - \alpha) - \cos \varphi \operatorname{tg} \delta \operatorname{cosec} (\beta - \alpha)] \quad (10)$$

Вычисления осуществляют на микро ЭВМ "Электроника ДЭ-28", используя ту же программу с контрольной суммой кодов 41598, которая служит для вычисления долготы пункта (см. п.4). К подпрограмме вычисления Z обращаются набором кода С203, а для вычисления азимута – 0204. Исходные данные вводят прямой адресацией десятичных ячеек:

$$\begin{aligned} \varphi &\rightarrow \text{СД 5 - широта пункта,} \\ \delta &\rightarrow \text{СД 6 - склонение звезды,} \\ \beta - \alpha &\rightarrow \text{СД 7 - часовой угол звезды.} \end{aligned}$$

2.3. Подготовка на пункте наблюдений

При подготовке осуществляют оформление рабочего журнала. Проставляют : номер журнала, название объекта, год и число листов в журнале, название пункта установки астрономического университета, типы и номера используемых приборов, фамилию наблюдателя

и помощника с их подписями. На лист журнала (форма 44) выписывают приближенные координаты пункта установки астрономического универсала φ_0 , λ_0 , коэффициент g , принимаемый равным нулю.

Далее подготовку выполняют так, как это описано в п.5.6 [5], исключая п.5.6.6. При этом для определения поправок хронометра U_1 и U_2 используют как сличающее устройство хронометра "Альтаир-М", так и непосредственную регистрацию показаний хронометра "Альтаир-М" на ленте МПУ8-2-01 в момент приема секундных радиосигналов времени. Такой двойной прием сигналов должен применяться обязательно для обеспечения необходимой надежности. При использовании второго способа следует регистрировать секундные сигналы, приходящиеся на конец 14 начало 15 минут и на конец 44 начало 45 минут. Ленты с зафиксированными показаниями хронометра и с указанием даты необходимо клеивать на лист журнала (форма 58). Этот же лист необходимо использовать для вклейки лент МПУ8-2-01, полученных при определении задержки ΔT , для вычисления этой величины и для вычислений величин Σ и ω (см. п.4.1.2).

Задержку необходимо определять обязательно по каналам ФЭУ-1, ФЭУ-2. Результаты приема радиосигналов и информацию о величинах $DUT1$ и $dUT1$ на дату наблюдений записывают в таблицу на лист журнала (форма 58), в верхней строке которой указывают:

- всемирную дату
- название станции, передающей радиосигналы,
- номера окрашенных сигналов.

В таблице обозначено:

$UTC_{1,2}$ - всемирное время в момент подачи радиосигналов первой и второй радиостанций,

$X'_{1,2}$ - показания ЭКХ в момент приема радиосигналов первой и второй радиостанций,

τ_p - поправка за время распространения радиоволн,

τ_n - задержка сигнала в цепях приемного устройства,

$X_{1,2} = X'_{1,2} - \tau_p - \tau_n$ - показания ЭКХ в моменты подачи радиосигналов первой и второй радиостанций,

$U_{1,2} = UTC_{1,2} - X_{1,2}$ - поправки ЭКХ относительно шкалы координированного времени UTC в моменты подачи радиосигналов,

$DUT1 + dUT1$ ($D+d$) - приближенное значение разности шкал всемирного и координированного времени, определенное по номерам окрашенных сигналов,

ΔT - поправка за задержку сигнала в цепях БФР.

Полученные значения X_1 , Σ , ω и дату наблюдений выписывают на лист рабочего журнала (форма 44).

3. ПОРЯДОК РАБОТЫ НА ПУНКТЕ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ДОЛГОТЫ ИЗ МНОГОКРАТНОГО ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО НАБЛЮДЕНИЯ ПАРЫ ЗВЕЗД НА СООТВЕТСТВЕННЫХ ВЫСОТАХ

Выполнив подготовку по п.2, к астрономическим наблюдениям приступают в темное время суток.

Астрономический универсал приводят в положение - "круг лево" в соответствии с правилом по п.4.2 [5]. Отсчитывают по термометру и барометру и эти данные t и p фиксируют в журнале.

Используя данные рабочих эфемерид, выбирают подходящую по времени пару звезд. За три минуты до эфемеридного момента наблюдения ее первой (Е) звезды устанавливают трубу главную (ТГ) астрономического универсала на зенитное расстояние первого альмукантарата и в требуемом направлении, действуя в соответствии с п.4.3.6 [5]. Включив МПУ 8-2-01, с помощью кнопок дистанционного пульта помощник фиксирует на ленте номер пары, номер первой (Е) звезды ее блеск и зенитное эфемеридное зенитное расстояние первого альмукантарата. Вращением рукоятки резистора R_6 блока питания высоковольтного (БПВ) устанавливают стрелку шкалы индикатора величины высокого напряжения в положение, соответствующее блеску наблюдаемой звезды.

При вступлении изображения звезды в биссектор - гид трубы - искателя дважды отсчитывают по вертикальному кругу, фиксируют в журнале отсчеты L'_{11} , L''_{11} и среднее $L_{111} = \frac{1}{2} (L'_{11} + L''_{11})$. Вращением микрометрического винта алидады приводят изображение звезды в середину биссектора-гида. При приближении изображения звезды к опознавательному штриху рабочей зоны, при необходимости подправляют регулировку высокого напряжения, пользуясь двумя первыми отклонениями стрелки микроамперметра P_1 ПУФ, и включают МПУ 8-2-01 в режим P_3 . Продолжая вращение микрометрического винта алидады, удерживают изображение звезды в биссекторе - гиде до совмещения его с вторым опознавательным штрихом рабочей зоны. При этом в момент нахождения изображения звезды в центре

перекрестия биссектора – гида и юстировочного биссектора на дистанционном пульте нажимают кнопку "КВИ".

Закончив наблюдение прохождения звезды на первом зенитном расстоянии и получив на бумажной ленте МПУ 8-2-01 отпечатки показаний ЭКХ в моменты прохождения изображения звезды через края прямоугольных элементов зеркальной решетки ОРБ, включают режим РЗ МПУ 8-2-01, вновь дважды отсчитывают по вертикальному кругу, фиксируют в журнале отсчеты L''_{1H} , L''_{1K} и средние $L_{1HK} = \frac{1}{2}(L''_{1H} + L''_{1K})$, $L_{1H} = \frac{1}{2}(L_{1HH} + L_{1HK})$.

Действуя микрометренными винтами, изменяют положение трубы по азимуту и высоте и устанавливают ее на зенитное расстояние второго эфемеридного альмукантарата. Эту операцию выполняют достаточно быстро, с таким расчетом, чтобы "обогнать" звезду в ее видимом движении.

Значение зенитного расстояния этого альмукантарата фиксируют на ленте МПУ 8-2-01.

Как только изображения звезды вступает в биссектор – гид трубы – искателя выполняют ее второе наблюдение, проделывая те же операции, что и при первом наблюдении. При этом получают и фиксируют в журнале отсчеты по вертикальному кругу до прохождения звезды L'_{21} , L''_{21} и после ее прохождения L'''_{21} , L''''_{21} , а также получают на оумажной ленте МПУ 8-2-01 отпечатки показаний ЭКХ, зафиксированных при наблюдении прохождения. По отсчетам круга вычисляют средние: $L_{21H} = \frac{1}{2}(L'_{21} + L''_{21})$, $L_{21K} = \frac{1}{2}(L'''_{21} + L''''_{21})$, $L_{21} = \frac{1}{2}(L_{21H} + L_{21K})$.

Описанные операции повторяют n раз. Значение n выбирают в пределах от 8 до 12 с таким расчетом, чтобы обеспечить $m_y \leq 0,1''$ (см. П.4.2.3). Получают средние отсчеты по вертикальному кругу L_{i1H} , L_{i1K} , L_{i1} ($i=3,4,\dots,n$) и отпечатки показаний ЭКХ.

Контролем неизменности положения ТГ по высоте в процессе наблюдения прохождения звезды на каждом альмукантарате является близость к нулю каждой разности $L_{i1H} - L_{i1K}$. Модуль этих разностей должен быть не больше $1''$. Соблюдение этого допущения целесообразно для обеспечения требуемой точности определения долготы по одной паре звезд $m_y \leq 0,1''$.

Закончив наблюдение первой звезды, устанавливают алидаду на отсчет горизонтального круга, соответствующий эфемеридному азимуту второй (w) звезды пары, действуя по п.4.5 [5].

Эту звезду наблюдают действуя также, как при наблюдении первой звезды, на тех же альмукантаратах, но переходя от одного зенитного расстояния к другому в обратной последовательности. В результате получают средние отсчеты по вертикальному кругу L_{i2n} , L_{i2k} , L_{i2} ($i=1,2,3,\dots,n$) и отпечатки показаний ЭКХ.

Завершив наблюдения пары, выполняют предварительные вычисления. Размечают отпечатки показаний ЭКХ, полученных при наблюдении на каждом альмукантарате звезд пары. Для этого в каждой соответствующей группе показаний находят строку нулей и от нее в сторону уменьшения нумеруют показания от 5 до 1, а в сторону увеличения — от 6 до 10. Размеченные отрезки ленты вклеивают в соответствующие места журнала и фиксируют таким образом в журнале для наблюдений на каждом альмукантарате моменты прохождения звезд пары T_{i1} , T_{i2} ($i=1,2,3,\dots,m=10$)

Делают необходимые выписки в журнал из астрономического ежегодника: $S_{0(2)}$, $S_{0(2+1)}$, A'_2 , B'_2 , A'_{2+1} , B'_{2+1} , $D_{пр1}$, $D_{пр2}$,
 P_1 , $\alpha_{2пр1}$, $\Delta\alpha_1$, $\delta_{2пр1}$, $\Delta\delta_1$, a'_1 , b'_1 , a_1 , b_1 , ρ_1 , $\rho_{кр2}$,
 P_2 , $\alpha_{2пр2}$, $\Delta\alpha_2$, $\delta_{2пр2}$, $\Delta\delta_2$, a'_2 , b'_2 , a_2 , b_2 (см. пп. 4.1.2, 4.3.2).

4. ВЫЧИСЛЕНИЕ ДОЛГОТЫ

Все вычисления должны быть выполнены независимо в две руки. В журнале должны быть указаны фамилии вычислителей и иметься их подписи. Правильность оформления журнала должна быть проконтролирована приемщиком, а достоверность результата (т.е. получение его в строгом соответствии с методикой) гарантирована руководителем работ. Фамилии и подписи этих лиц также должны иметься в журнале.

Вычисление долготы осуществляется на микроЭВМ "Электроника ДЭ-30" по программе, имеющей контрольную сумму кодов 41598. Методика изложена ниже. Первый раздел содержит списки исходных данных и результатов вычислений. Приведены обозначения и описания параметров, адресация размещения их в памяти микроЭВМ и их размерности. Во втором разделе приведен алгоритм. В третьем - руководство оператора. Тест-пример с числовыми значениями исходных данных и результатами вычислений содержится в четвертом разделе.

4.1. Список исходных данных и получаемых результатов, их размещение в СЭМ микроЭВМ

4.1.1. Вычисление $T_1, T_2, M_1, M_2, T_i, T$

Исходные данные

№	Обозначение параметра	Размерность	Под десятичной ячейки	Описание параметра
1	2	3	4	5
1		число	0109	Число регистраций показаний ЭИХ при наблюдении первой и второй звезд пары
2	T_{01}	h, m	0200	Часы и минуты первого показания ЭИХ при наблюдении первой звезды
3	T_{11}	s	0301	
4	T_{21}	"	0302	
5	T_{31}	"	0203	
6	T_{41}	"	0304	Секунды i показания ЭИХ при наблюдении первой звезды
7	T_{51}	"	0305	($i = 1, 2 \dots 10$)

I	!	2	!	3	!	4	!	5
8.	T _{6I}	-"-				0206		
9.	T _{7I}	-"-				0207		
10.	T _{8I}	-"-				0208		
11.	T _{9I}	-"-				0209		
12.	T _{10I}	-"-				0300		
13.	T ₀₂	<i>h, m</i>				0301		Часы и минуты первого показания ЭКХ при наблюдении второй звезды
14.	T ₁₂	<i>S</i>				0302		
15.	T ₂₂	-"-				0303		
16.	T ₃₂	-"-				0304		
17.	T _{4I}	-"-				0305		
18.	T ₅₂	-"-				0306		
19.	T ₆₂	-"-				0307		
20.	T ₇₂	-"-				0308		Секунды <i>i</i> показания ЭКХ при наблюдении второй звезды, (<i>i</i> = 1, 2 ... 10)
21.	T ₈₂	-"-				0309		
22.	T ₉₂	-"-				0400		
23.	T ₁₀₂	-"-				0401		

Результаты вычисления

№	!	Обозначение параметра	!	Размерность	!	Код десятичной ячейки или регистр	!	Описание параметра
I	!	2	!	3	!	4	!	5

1	T _I	<i>h, m, S</i>		РГ				После первого останова Показание ЭКХ в средний момент наблюдения первой звезды
2	M _I	<i>S²</i>		РГ				Коэффициент для вычисления поправки за ускорение движения первой звезды пары по высоте

1	2	3	4	5
3	π_2	h, m, S	PтУ	После второго останова Показание ЭКУ в средний момент наблюдений второй звезды
4	M_2	S^2	PтX	Коэффициент для вычисления поправки за ускорение движения второй звезды по высоте
5	π_1	S	0500	Секунды i показания ЭКУ в средний момент прохождения
6	π_2	"	0501	изображения звезд пары
7	π_3	"	0502	через одноименную прорезь зеркальной решетки ОРЕ
8	π_4	"	0503	
9	π_5	"	0504	
10	π_6	"	0505	
11	π_7	"	0506	
12	π_8	"	0507	
13	π_9	"	0508	
14	π_{10}	"	0509	
15	π	"	0000	Секунды показания ЭКУ в сред- ний момент наблюдения двух звезд пары

4.1.3. Вычисления c_i, ℓ_i ($i = 1, 2 \dots, n \leq 13$)

Исходные данные - общая часть

на серию многократных наблюдений звезд пары

1	2	3	4	5
1	φ_0	$0, 1, 2$	0200	Приближенное значение широты пункта
2	λ_0	h, m, S	0001	Приближенное значение долготы пункта
3	S'_0	"	0202	Гринвичское звездное время в С всемирного времени на всемир- ную дату наблюдений с учетом изменения нутации в течение суток

I	!	!	!	!	!	!	!	!	!
4	X_I	h, m, S	0303						Показание ЭХИ в момент передачи радиосигнала, координированного времени первой радиостанцией
5	$\Sigma = 2UT_1 +$ $+ dUT_1 + U_1 - \Delta T$	" "	0304						Суммарная поправка, приводящая показание ЭХИ, зафиксированное в момент регистрации прохождения звезды, в систему времени, отличающуюся от системы UT_1 на величину, обусловленную ходом хронометра за период от момента приема радиосигналов времени до момента регистрации прохождения звезды
6	ω	h/h	0305						Часовой ход ЭХИ
7	g	" "	0306						Коэффициент вертикального гнущия трубы астрономического универсала
8	A'_D	" "	0307						Табличные значения редукционных величин на Δ^h земного динамического времени на всемирную дату наблюдений
9	B'_D	" "	0308						
10	A'_{D+1}	" "	0309						Табличные значения редукционных величин на Δ^h земного динамического времени на последующую дату
11	B'_{D+1}	" "	0310						
12	n	число	0311						Число альмукантаратов наблюдений пары
13	ρ	" "	0312						Поль
14	$\tau = \tau_0$	" "	0313						Табличный интервал при интерполировании видимых мест звезд из Δ^h
15	τ	" "	0314						Всемирная дата наблюдений
16	$\tau_{пр1}$	" "	0315						Табличная дата, предшествующая всемирной дате наблюдений первой звезды
17	$\tau_{кр1}$	" "	0316						Критическая дата для первой звезды
18	Π_I	" "	0317						Признак: $\Pi = 0$, если критическая дата содержится в интервале интерполирования; $\Pi = 1$, если критическая дата не содержится в интервале интерполирования
19	$\alpha_{Dпр1}$	h, m, S	0318						Табличное значение видимого прямого восхождения первой звезды на дату, предшествующую дате наблюдений

I	!	2	!	3	!	4	!	5
20	$\Delta \alpha_1$	S				0309		Табличная разность видимого прямого восхождения первой звезды
21	$\delta_{\text{пр}1}$	$^{\circ}, ', ''$				0400		Табличное значение видимого склонения первой звезды на дату, предшествующую дате наблюдений
22	$\Delta \delta_1$	$''$				0401		Табличная разность видимого склонения первой звезды
23	a'_1	число				0402		
24	b'_1	"				0403		Редукционные постоянные для первой звезды
25	a_1	"				0404		
26	b_1	"				0405		
27	$D_{\text{пр}2}$	"				0406		Табличная дата, предшествующая всемирной дате наблюдений второй звезды
28	$D_{\text{кр}2}$	"				0407		Критическая дата для второй звезды
29	Π_2	"				0408		Признак. Имеет значения, определяемые по тому же правилу, что и для первой звезды (см. п.18)
30	$\alpha_{\text{пр}2}$	h, m, S				0409		Табличное значение видимого прямого восхождения второй звезды на дату, предшествующую дате наблюдений
31	$\Delta \alpha_2$	S				0500		Табличная разность видимого прямого восхождения второй звезды
32	$\delta_{\text{пр}2}$	$^{\circ}, ', ''$				0501		Табличное значение видимого склонения второй звезды на дату, предшествующую дате наблюдений
33	$\Delta \delta_2$					0502		Табличная разность видимого склонения второй звезды
34	a'_2	число				0503		Редукционные постоянные для второй звезды
35	b'_2	"				0504		
36	a_2	"				0505		
37	b_2	"				0506		
38	P	мм.рт.ст.				0507		Давление воздуха
39	t	$^{\circ}C$				0508		Температура воздуха

Исходные данные - результаты многократных наблюдений
звезд пары

№	Обозначение параметра	Размерность	Код десятичной ячейки	Описание параметра
1	2	3	4	5
40	T_{II}	h, m, S	0600	Показания Э"У в средние моменты наблюдений первой или второй звезд пары на соответственных высотах
41	T_{I2}	"	0601	
42	T_{2I}	"	0606	
43	T_{22}	"	0607	
44	T_{3I}	"	0702	
45	T_{32}	"	0703	
46	T_{4I}	"	0708	
47	T_{42}	"	0709	
48	T_{5I}	"	0804	
49	T_{52}	"	0805	
50	T_{6I}	"	0900	
51	T_{62}	"	0901	
52	T_{7I}	"	0906	
53	T_{72}	"	0907	
54	T_{8I}	"	1002	
55	T_{82}	"	1003	
56	T_{9I}	"	1008	
57	T_{92}	"	1009	
58	T_{10I}	"	1104	
59	T_{102}	"	1105	
60	T_{11I}	"	1200	
61	T_{112}	"	1201	
62	T_{12I}	"	1206	
63	T_{122}	"	1207	
64	T_{13I}	"	1302	
65	T_{132}	"	1303	

	I !	2 !	3 !	4 !	5
66	M_{11}		S^2		0602
67	M_{12}		"		0603
68	M_{21}		"		0608
69	M_{22}		"		0609
70	M_{31}		"		0704
71	M_{32}		"		0705
72	M_{41}		"		0800
73	M_{42}		"		0801
74	M_{51}		"		0806
75	M_{52}		"		0807
76	M_{61}		"		0902
77	M_{62}		"		0903
78	M_{71}		"		0908
79	M_{72}		"		0909
80	M_{81}		"		1004
81	M_{82}		"		1005
82	M_{91}		"		1100
83	M_{92}		"		1101
84	M_{101}		"		1106
85	M_{102}		"		1107
86	M_{111}		"		1202
87	M_{112}		"		1203
88	M_{121}		"		1208
89	M_{122}		"		1209
90	M_{131}		"		1304
91	M_{132}		"		1305

Коэффициенты для вычисления поправок за ускорение движения первой или второй звезды пары по высоте

I !	2 !	3 !	4 !	5
92 ∠ II		0, ' , "		0604
93 ∠ I2		"-		0605
94 ∠ 2I		"-		0700
95 ∠ 22		"-		070I
96 ∠ 3I		"-		0706
97 ∠ 32		"-		0707
98 ∠ 4I		"-		0802
99 ∠ 42		"-		0803
I00 ∠ 5I		"-		0808
I0I ∠ 52		"-		0809
I02 ∠ 6I		"-		0904
I03 ∠ 62		"-		0905
I04 ∠ 7I		"-		I000
I05 ∠ 72		"-		I00I
I06 ∠ 8I		"-		I006
I07 ∠ 82		"-		I007
I08 ∠ 9I		"-		II02I
I09 ∠ 92		"-		II03
II0 ∠ I0I		"-		II08
III ∠ I02		"-		II09
II2 ∠ III		"-		I204
II3 ∠ II2		"-		I205
II4 ∠ I2I		"-		I300
II5 ∠ I22		"-		I30I
II7 ∠ I3I		"-		I306
II8 ∠ I32		"-		I307

Отсчеты по вертикальному кругу при наблюдении первой и второй звезд пары на соответственных высотах

Результаты вычисления

№. III	Обозначение параметра	Размерность	Код десятичной ячейки	Описание параметра
I	2	3	4	5
I	C_1	число	0501'	Коэффициенты уравнений поправок
I	C_2	"	0504'	
3	C_3	"	0507'	
4	C_4	"	0600'	
5	C_5	"	0603'	
6	C_6	"	0606'	
7	C_7	"	0609'	
8	C_8	"	0702'	
9	C_9	"	0705'	
10	C_{10}	"	0708'	
11	C_{11}	"	0801'	
12		"	0804'	
13	C_{13}	"	0807'	
14	C_{14}	"	0900'	
15	C_{15}	"	0903'	
16	e_1	"	0502'	Свободные члены уравнений поправок
17	e_2	"	0505'	
18	e_3	"	0508'	
19	e_4	"	0601'	
20	e_5	"	0604'	
21	e_6	"	0607'	
22	e_7	"	0700'	
23	e_8	"	0703'	
24	e_9	"	0706'	

1	!	2	!	3	!	4	!	5
25	e_{I0}					0700'		Свободные члены уравнений поправок
26	e_{II}			"		0802'		
27	e_{I3}			"		0805'		
28	e_{I3}			"		0808'		
29	e_{I4}			"		0901'		
30	e_{I5}			"		0904'		

4.1.3. Вычисление $U, P_u, m_u, \mu, \lambda'$
Исходные данные

№	Обозначение параметра	Размерность	Код десятичной ячейки	Списание параметра
1	2	3	4	5
1	n	число	0407	Число альмуkantаратов наблюдений пары
2	λ_0	h, m, s	0408	Приближенное значение долготы пункта
3	φ_0	$o, ', ''$	0409	Приближенное значение широты пункта
4	c_1	"	0501	Коэффициенты уравнений поправок
5	c_2	"	0504	
6	c_3	число	0507	
7	c_4	"	0600	
8	c_5	"	0603	
9	c_6	"	0606	
10	c_7	"	0609	
11	c_8	"	0702	
12	c_9	"	0705	
13	c_{I^0}	"	0708	

№	!	2 !	3	!	4	!	5
14	C_{11}		число		0801		
15	C_{12}		"		0804		
16	C_{13}		"		0807		
17	C_{14}		"		0800		
18	C_{15}		"		0803		
19	e_1		"		0500		
20	e_2		"		0505		
21	e_3		"		0500		
22	e_4		"		0607		
23	e_5		"		0604		
24	e_6		"		0607		
25	e_7		"		0700		
26	e_8		"		0700		
27	e_9		"				
28	e_{10}		"		0700		
29	e_{11}		"		0800		
30	e_{12}		"		0805		
31	e_{13}		"		0800		
32	e_{14}		"		0901		
33	e_{15}		"		0904		

Свободные члены уравнений поправок

Результаты вычисления

№ п/п	Обозна- чение парамет- ра	Единица	Регистр	Описание параметра
<u>После первого останова</u>				
1	γ	"	ЭГМ	Составляющая условного уклонения отвесной линии в перевертикале - из многократного наблюдения одной пары звезд на соответственных высотах
2	γ _у	число	ЭГМ	Вес значения γ
<u>После второго останова</u>				
3	m _γ	"-	ЭГМ	Средняя квадратическая погрешность значения γ
4	μ	"-	ЭГМ	Средняя квадратическая погрешность единицы веса
<u>После третьего останова</u>				
5	λ'	h, m, s	ЭГМ	Значение долготы пункта - из многократного наблюдения одной пары звезд на соответственных высотах

4.2. Алгоритм

4.2.1. Вычисление $T_1, T_2, M_1, M_2, T_i, T$

1. Показания ЭГМ в средние моменты наблюдений первой и второй звезд

$$T_1 = \frac{\sum_1^m T_{1i}}{m}, \quad T_2 = \frac{\sum_1^m T_{2i}}{m} \quad (i = 1, 2, \dots, m).$$

2. Коэффициенты для вычисления поправок за ускорение движения звезд пары

$$M_1 = \frac{1}{m} \sum_1^m (T_{1i} - T_1)^2, \quad M_2 = \frac{1}{m} \sum_1^m (T_{2i} - T_2)^2 \quad (i = 1, 2, \dots, m)$$

3. Секунды T_i показания ЭГМ в средний момент прохождения изображения звезд пары через одноименную прорезь зеркальной решетки ОРБ

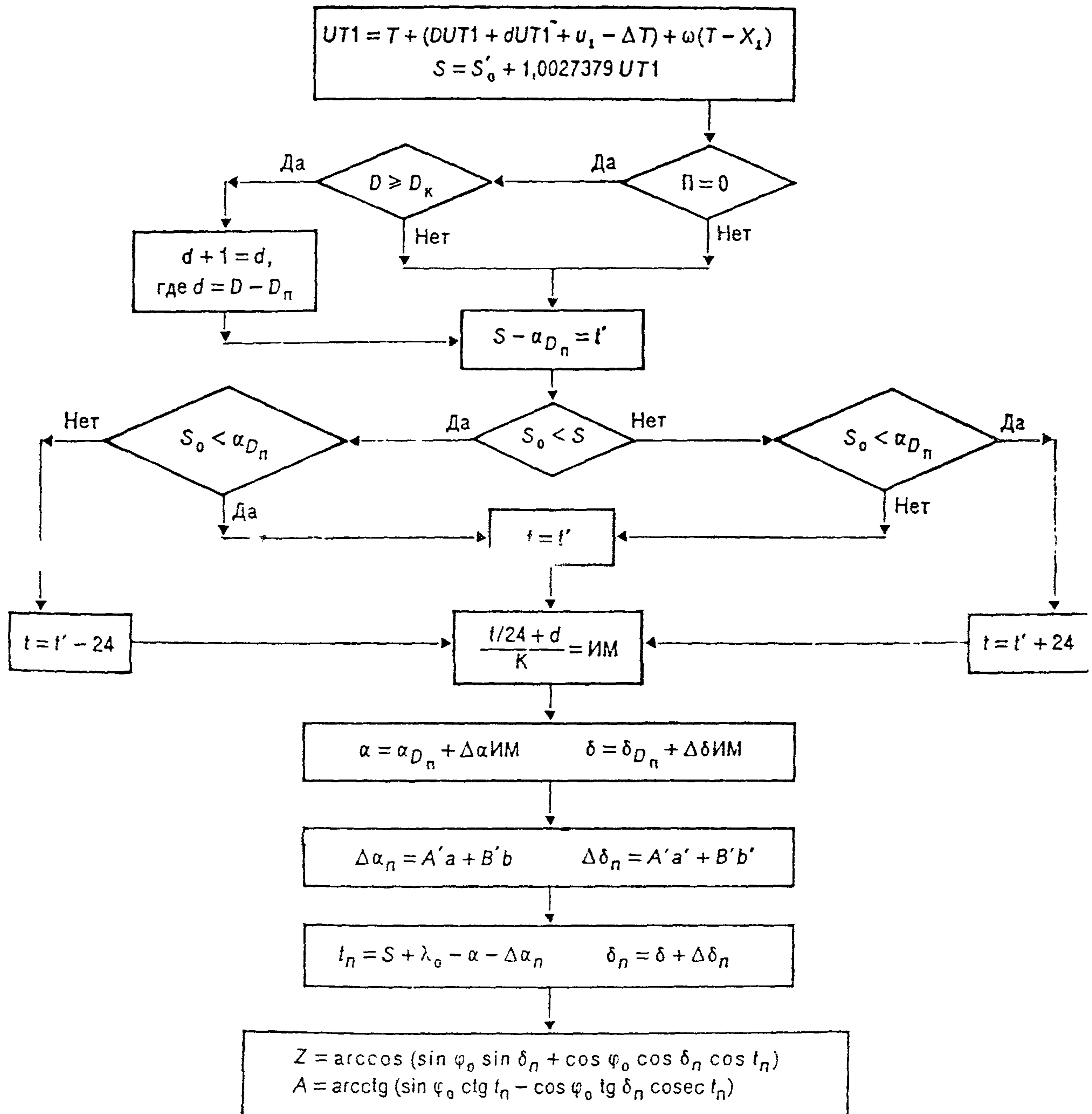
$$T_i = \frac{1}{2}(T_1 + T_2)_i.$$

4. Секунды показания ЭГМ в средний момент наблюдения двух звезд пары

$$T = \frac{1}{2}(T_1 + T_2).$$

4.2.2. Вычисление c_i, ℓ_i ($i = 1, 2, \dots, m \leq 13$)

I. Каждое зенитное расстояние Z_{i1}, Z_{i2} и каждый азимут A_{i1}, A_{i2} звезд пары в средние моменты их наблюдений на $n \leq 13$ альмукал тиратах вычисляются в соответствии со следующей блок-схемой



2. Разности вычисленных зенитных расстояний $\Delta Z'_i$ звезд пар

$$\Delta Z'_i = Z_{i2} - Z_{i1}$$

3. Составляющие ΔZ_{oi} , получаемые по отсчетам вертикально круга астрономического универсала

$$\Delta Z_{oi} = L_{i2} - L_{i1}$$

4. Поправки Δg_i за вертикальное гнутие трубы инструмента

$$\Delta g_i = g (\sin Z_{i2} - \sin Z_{i1}),$$

где g - определяют в процессе лабораторных исследований.

5. Поправки ΔW_i за ускорение движения звезд по высоте:

$$\Delta W_i = \frac{15^2}{2\rho''} (W_{i2} \cdot M_{i2} - W_{i1} \cdot M_{i1}),$$

где $W_{i1,2} = \cos^2 \varphi_0 \cos A_{i,2} (\operatorname{tg} \varphi_0 + \cos A_{i,2} \operatorname{ctg} Z_{i,2})$.

6. Поправки $\Delta \rho_i$ за рефракцию

$$\Delta \rho_i = \frac{(1 + 0,0367) P}{(1 + 0,00367 t) 760} (\rho_{oi2} - \rho_{oi1}),$$

где $\rho_{oi1,2} = 58,2 \operatorname{tg} Z_{i1,2} - 0,0674 \operatorname{tg}^3 Z_{i1,2} + 0,000234 \operatorname{tg}^5 Z_{i1,2}$

7. Поправки ΔA_i за суточную абберацию

$$\Delta A_i = 0,32'' \cos \varphi_0 (\sin A_{i2} \cos Z_{i2} - \sin A_{i1} \cos Z_{i1}).$$

8. Свободные члены e_i уравнений поправок

$$e_i = \Delta Z'_i - \Delta Z_{oi} - \Delta g_i + \Delta W_i - \Delta \rho_i - \Delta A_i.$$

9. Коэффициенты C_i уравнений поправок

$$C_i = \sin A_{i2} - \sin A_{i1}$$

4.2.3. Вычисление $y, \rho_y, m_y, \mu, \hat{n}'$

1. Коэффициенты $[cc], [ce], [ee]$

$$[cc] = C_1^2 + C_2^2 + C_3^2 + \dots + C_n^2$$

$$[ce] = C_1 e_1 + C_2 e_2 + C_3 e_3 + \dots + C_n e_n,$$

$$[ee] = e_1^2 + e_2^2 + e_3^2 + \dots + e_n^2$$

2. Решение нормального уравнения

$$[cc] y + [ce] = 0$$

$$y = -\frac{[ce]}{[cc]},$$

3. Вес P_y значения y

$$P_y = [v^2]$$

4. Средняя квадратическая погрешность μ единицы веса

$$\mu = \sqrt{\frac{[v^2]}{n-1}}, \text{ где } [v^2] = [ee] + [ce] \text{ и}$$

5. Средняя квадратическая погрешность значения y

$$m_y = \frac{\mu}{\sqrt{P_y}}$$

С. Значение долготы λ' из многократного наблюдения двух звезд на соответственных высотах

$$\lambda' = \lambda_0 + \Delta\lambda, \text{ где } \Delta\lambda = \frac{y}{15 \cos \varphi_0}$$

4.3. Руководство оператора

В программе вычисления долготы (П41590) предусмотрена возможность ввода исходных данных как прямой адресацией десятичных ячеек памяти, так и их косвенной адресацией. Более производительным является второй вариант, поэтому именно он изложен в качестве основного. Косвенная адресация осуществляется программно. Для этого при вводе каждой группы данных (по п.4.1) оператор должен сначала обратиться к подпрограмме ввода, набрав на клавиатуре прямого кодирования код, указанный ниже в тексте. При этом на индикацию в R_7 выводится номер десятичной ячейки, в которую необходимо занести первое число данной группы. Для ввода этого числа в память микроЭВМ оператор пользуясь клавиатурой должен набрать в R_7 число, которое в полевом журнале значится под номером, установленным в R_7 , и нажать клавишу S . При этом число фиксируется в памяти, а в R_7 выводится номер следующей десятичной ячейки. Операцию по вводу следующего числа выполняют также, как это делалось при вводе предыдущего, и далее описанные действия повторяют до завершения ввода всех чисел данной группы. После ввода последнего числа автоматически включается подпрограмма просмотра введенных данных. При этом в автоматическом режиме с периодом 0,05 выводятся на индикацию: в R_7 — номера десятичных ячеек, в R_8 — хранящиеся в этих ячейках числа. Зафиксировать просматриваемое число в индицируемом регистре

на более длительный срок можно нажатием клавиши Г. Для продолжения просмотра следует нажать клавишу S. Если в процессе просмотра обнаружена одна или несколько ошибок, то их исправляют после завершения просмотра, прекратив работу подпрограммы просмотра нажатием клавиши С. Для исправления ошибок, в соответствующие десятичные ячейки исходные данные вводят повторно путем прямой адресации с помощью клавиши ЭП и набора адреса на клавиатуре прямого кодирования. Повторное обращение к подпрограмме просмотра исходных данных может быть осуществлено набором кода на клавиатуре прямого кодирования, указанного ниже в тексте руководства оператора.

4.3.1. Вычисление $T_1, T_2, M_1, M_2, T_i (i=1,2,3...m), T$

I. В полевом журнале на листах (форма 43) должны быть зафиксированы результаты наблюдений: показания ЭИ в моменты наблюдений первой и второй звезд пары и число регистраций этих показаний.

2. Установите кассету с записью программы на ЛП1.

3. Установите режим Р. Нажмите клавишу С.

4. Перемотайте МТ на метраж записи программы, имеющей контрольную сумму 41593.

5. Считайте программу с МТ в ССЧ, нажав клавишу СЛ. Если после отключения МТ включен индикатор СМ или СТ, нажмите клавишу С, считайте программу снова. Если чтение закончилось без включения индикаторов СМ или СТ, нажмите клавишу МТ.

6. Если подсчитанная в МТ контрольная сумма совпадает с контрольной суммой программы, перейдите к выполнению п.7, в противном случае повторите снова действия по подпункту 5.

7. Нажмите клавиши: Δ , \diamond , в РТ И и РТГ должно индицироваться число 4000.

8. Нажмите клавишу С и снимите кассету с ЛП1.

9. Наберите код СС11 на клавиатуре прямого кодирования. В РТ должно индицироваться число 10.

10. Сведите из журнала (форма 43) исходные данные по п.4.1.1. После ввода последнего числа включается программа просмотра исходных данных. Совершив просмотр, нажмите клавишу С. В случае необходимости выполните корректировку введенных данных путем прямой адресации десятичных ячеек.

11. Просмотр исходных данных по п.4.1.1 можно осуществить в автоматическом режиме набором кода СС12. Закончив просмотр нажмите клавишу С.

I2. Запустите вычисление по программе набором кода 0001.
 I3. После первого останова выпишите в журнал (формы 43,45) из PгУ - T_I, из PгX-M_I. Затем нажмите клавишу S и после второго останова выпишите в журнал из PгУ - T₂, из PгX - M₂.

I4. Наберите код 0013. При этом в автоматическом режиме с периодом 3,5 сек выводятся на индикацию:

в PгУ - номера десятичных ячеек,

в PгX - значения T_i (i = 1, 2, 3, ..., m) и значение T.

Выпишите в журнал (форма 43) выводимые значения результатов вычисления. Нажмите клавишу C.

I5. Выполните действия по п.9-I4 n - I раз, вводя из журнала (форма 43) исходные данные по п. I.I.I, относящиеся к наблюдениям звезд пары на других альмукантаратах, и выписывая результаты счета в журнал (форма 43, 45)

4.3.2. Вычисление C_i, e_i (i = 1, 2, ..., n ≤ 13)

I. В полевом журнале на листах (формы 44, 45) должны быть зафиксированы следующие исходные данные по п. 4.I.2. На листе (форма 44): φ₀, λ₀, X₁, ω, g, n, D, P, t, Σ, полученные в процессе подготовки и производства наблюдений.

На листе (форма 45): T_{II} ... T_{n1}; T_{I2} ... T_{n2}; M_{II} ... M_n
 M_{I2} ... M_{n2}; L_{II} ... L_{n1}; L₁₂ ... L_{n2},
 полученные в результате предварительной обработки наблюдений.

На листе (форма 44): A'₀, B'₀, A'₀₊₁, B'₀₊₁, D_{пр1}, D_{кр1}, П₁,
 Δd_{пр1}, Δd₁, δ_{пр1}, Δδ₁, a'₁, b'₁, a₁, b₁, D_{пр2}, D_{кр2}, П₂,
 Δd_{пр2}, Δd₂, δ_{пр2}, Δδ₂, a'₂, b'₂, a₂, b₂.
 На листе (форма 44) S'₀, вычисленное по формулам:

$$S'_0 = S_0(\varrho) + \Delta\mu; \quad \Delta\mu = [(S_0(\varrho+1) - S_0(\varrho)) - 3^m 56,55536^s] \frac{UT1_{cp}^h}{24^h},$$

в которых S₀(ϱ), S₀(ϱ+1) - гринвичское звездное время в C^h всемирного времени на дату наблюдения и на последующую дату, выраженные из АЕ, UT1_{cp}^h = T_{cp}^h + Σ^h
 где T_{cp}^h - средний момент многократных наблюдений звезд данной пары с точностью до C^h.

$$T_{cp}^h = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (T_1 + T_2)_i \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n),$$

Σ - см. п.4.1.2.

2. Выполните действия по подпунктам 2-8 п.4.3.1
3. Наберите код 0002 на клавиатуре прямого кодирования. В $R_{\Gamma Y}$ должно индицироваться число 20.
4. Введите из журнала (форма 44) исходные данные общей части по п.4.1.2. После ввода последнего числа включается программа просмотра исходных данных. Осуществив просмотр нажмите клавишу С. В случае необходимости выполните корректировку введенных данных путем прямой адресации десятичных ячеек.
5. Просмотр исходных данных по п. 4.1.2 можно осуществить в автоматическом режиме набором кода 0003. Закончив просмотр нажмите клавишу С.
6. Наберите код 0004. В $R_{\Gamma Y}$ должно индицироваться число 60.
7. Введите из журнала (форма 45) результаты многократных наблюдений звезд пары по п. 4.1.2.
8. Просмотр этой части данных п. 4.1.2 можно осуществить набором кода 0005, после чего следует нажать клавишу С. Корректировка данных осуществляется прямой адресацией десятичных ячеек.
9. Запустите вычисление по программе нажатием клавиши Δ и набором кода 1000. При этом в автоматическом режиме выводятся на индикацию: в $R_{\Gamma Y}$ - номера десятичных ячеек, в $R_{\Gamma X}$ - результаты вычисления по п.4.1.2, хранящиеся в этих десятичных ячейках.
10. Запишите результаты вычисления в журнал (форма 46). После окончания счета в $R_{\Gamma Y}$ должно индицироваться значение λ_0 , в $R_{\Gamma X}$ - число n . При необходимости повторного счета вновь нажмите клавишу Δ и наберите код 1000.

4.3.3. Вычисление $u, P_u, m_u, \mu, \lambda'$

1. В полевом журнале на листе (форма 46) должны быть зафиксированы исходные данные по п. 4.1.3: $n, \lambda_0, \varphi_0, c_1, \dots, c_n, e_1, \dots, e_n$.
2. Если микроЭВМ после выполнения п. 4.3.2 не выключали, то перейдите к выполнению п.4. В противном случае введите из журнала (форма 46) исходные данные по п. 4.1.3. Для этого нажмите клавишу Δ и наберите код 1006. В $R_{\Gamma Y}$ должно индицироваться число 47. После завершения ввода нажмите клавишу Т.
3. Просмотр данных можно осуществить нажатием клавиши Δ и набором кода 1005, после чего следует нажать клавишу С. Корректировка данных осуществляется прямой адресацией десятичных ячеек.

4. Запустите вычисление по программе нажатием клавиши Δ и набором кода 1007.

5. После первого останова выпишите в журнал (форма 46) из $P_{\Gamma}^U - U$, из $P_{\Gamma}^U - P_U$ и нажмите клавишу S . После второго останова выпишите в журнал (форма 46) из $P_{\Gamma}^U - m_y$, из $P_{\Gamma}^U - \mathcal{M}$ и нажмите клавишу S . После третьего останова выпишите в журнал (форма 46) из $P_{\Gamma}^U - \mathcal{A}'$.

4.4. Тест - пример

(ФОРМА 59)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОЛГОТЫ КОМПЛЕКСОМ АУ-ОІ ИЗ МНОГОКРАТНОГО
ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО НАБЛЮДЕНИЯ ПАРЫ ЗВЕЗД НА СООТВЕТСТВЕННЫХ ВЫСОТАХ

ЖУРНАЛ № 5 ГОД 1988

ВСЕГО В ЖУРНАЛЕ ЛИСТОВ _____ В ТОМ ЧИСЛЕ ЗАПОЛНЕННЫХ _____

ОТВЕТСТВЕННЫЙ ИСПОЛНИТЕЛЬ _____ (ФИО) _____ (ПОДПИСЬ)

ОБЪЕКТ _____

ПУНКТ _____

АУ-ОІ № 003

ПТР "АСТРА" № 02099

ЭКХ "АЛЬТАИР-М" № 032

НАБЛЮДАЛ _____ (ФИО)

МПУ8-2-ОІ № С005

_____ (ПОДПИСЬ)

МИКРОЭВМ "ЭЛЕКТРОНИКА ДЗ-28" № 6919

ЗАПИСЫВАЛ _____ (ФИО)

ТЕРМОМЕТР праш

_____ (ПОДПИСЬ)

БАРОМЕТР акеронд

ВЫЧИСЛИЛ В ПЕРВУЮ РУКУ _____ (ФИО)

_____ (ПОДПИСЬ)

ВЫЧИСЛИЛ ВО ВТОРУЮ РУКУ _____ (ФИО)

_____ (ПОДПИСЬ)

	Ч	М	Г	"		
ДАТА	1	2	11	8	8	X - 0,1 1 0
UT1 ^h _{ср}	1	9,7	8	X	+	0,1 8 3
БЮЛЛЕТЕНЬ		№				h m s
UT1 - UTC	X	X	X	X	X	- 0,0 4 6
λ'	0	2	5	0	2	0,1 1 1
Δλ _{МУН}						- 0,0 0 4
Δλ _{UT1}						+ 0,0 0 6
λ	2	5	0	2	0,1	1 3

ЖУРНАЛ ПРИНЯТ

РУКОВОДИТЕЛЬ РАБОТ _____ (ФИО)

_____ (дата) _____ (ПОДПИСЬ)

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИЕМА РАДИОСИГНАЛОВ ВРЕМЕНИ

ЛЕНТА МПУ8-2-01

Дата, станция	12.11.88 РВМ						Окраска	9, 21, 22, 23					
I прием	h	m	s			II прием	h	m	s				
UTC ₁	17	19	55	00	00	UTC ₂	21	14	54	00	00		
X' ₁	17	19	55	10	2	X' ₂	21	14	54	10	2		
τ _p	×	×	×	×	0,006	τ _p	×	×	×	×	0,006		
τ _п	×	×	×	×	0,000	τ _п	×	×	×	×	0,000		
X ₁	17	19	55	09	6	X ₂	21	14	54	09	6		
U ₁	-	00	00	00	0,096	U ₂	-	00	00	00	0,096		
dUT1	×	×	×	×	-0,100	ω ^{h/h}	×	×	×	×	0,00000000		
dUT1	×	×	×	×	+0,060	$X_{1,2} = X'_{1,2} - \tau_p - \tau_{п}$ $U_{1,2} = UTC_{1,2} - X_{1,2}$ $\Sigma = (d+d) + U_{1,2} - \Delta T$							
d+d	×	×	×	×	-0,040								
ΔT	×	×	×	×	0,262								
Σ	-	00	00	00	0,398								

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОПРАВКИ ЗА ЗАДЕРЖКУ СИГНАЛА В ЦЕПЯХ МФ И БФР

А МПУ8-2-01 ФЭУ-1		ΔT _i
		188
		175
		188
		174
		187
		175
		188
		174
		188
		174
ΔT	0,181	1
ΔT _{ФЭУ}	0,182	0

ЛЕНТА МПУ8-2-01 ФЭУ-2		ΔT _i
		214
		152
		214
		152
		214
		151
		215
		151
		214
		151
ΔT	0,182	8
ΔT = 1,443 · ΔT _{ФЭУ}	0,262	2

(ФОРМА 44)

И С Х О Д Н Ы Е Д А Н Н Ы Е О Б Щ Е Й Ч А С Т И

ВВОД ДАННЫХ 0002

КОНТРОЛЬ ВВЕДЕННЫХ ДАННЫХ 0003

	Ч	М	Г			
ДАТА	1	2	1	1	88	
	о	/	"		КОД	
ψ_0	4	3	4	6	48,30	0200
	h	m	s			
λ_0	0	2	5	0	20,100	0201
S'_0	0	3	2	5	21,846	0202
X_1	1	7	1	9	55,096	0203
Σ	-	0	0	0	0,398	0204
	ЗН					
ω	0	0	0	0	0000	0205
	<input checked="" type="checkbox"/>					
g	0	0	0	0		0206
A'_0	-	0	0	6	2	0207
B'_0	+	0	1	0	9	0208
$A'_{\omega+1}$	-	0	0	1	5	0209
$B'_{\omega+1}$	+	0	1	1	6	0300
	ЗН				ЧИСЛО	
n	1	2				0301
Ноль	0	<input checked="" type="checkbox"/>				0302
К	1	0				0303

ВЫЧИСЛЕНИЕ S'_0

	h	m	s
- $S_0(\omega+1)$	0	3	2918,4028
$S_0(\omega)$	0	3	2521,8388
- $S_0(\omega+1) - S_0(\omega)$			356,5640
M			356,5554
$(S_0(\omega+1) - S_0(\omega)) - M$			+0,0086
$UT 1^h / 24^h$			0,8242
ΔM			+0,0071
$S_0(\omega)$	0	3	2521,8388
S'_0	0	3	2521,846
	h	m	s

①	ПАРА №				5	5	4	КОД	②	№				5	5	8	m	3	1	КОД	
	№	1	4	9	m	1	8			№	5	5	8	m	3	1					
D	1	2						0304													
D_{np1}	3							0305	D_{np2}	3									0406		
D_{kp1}	1	2						0306	D_{kp2}	1									0407		
Π_1	1	<input checked="" type="checkbox"/>						0307	Π_2	1	<input checked="" type="checkbox"/>								0408		
	h	m	s							h	m	s									
d_{np1}	0	5	2	5	3	6	5	9	1	0308	d_{np2}	2	2	4	2	2	9	2	6	5	0409
Δd_1	<input checked="" type="checkbox"/>									Δd_2	<input checked="" type="checkbox"/>									0500	
	ЗН	0	/	"						ЗН	0	/	"								
δ_{np1}	+	2	8	3	5	6	4	0	2	0400	δ_{np2}	+	3	0	0	9	5	8	6	2	0501
$\Delta \delta_1$										$\Delta \delta_2$										0502	
a'_1																				0503	
b'_1																				0504	
a_1																				0505	
b_1																				0506	
Π	Критическая дата в интерв. интер																				
O	Содержится																				
I	Не содержится																				
										гг. рт. ст.										0507	
										ЗН	°C										
										t	-	0	5	0						0508	

(ФОРМА 43)

L ₁			
0	'	"	"
4	6,20	10,3	10,4
		10,3	10,6
Ср	10,30	10,50	
½Σср		10,40	

L ₂			
0	'	"	"
4	6,20	09,9	10,0
		09,9	09,6
Ср	09,90	09,80	
½Σср		09,85	

И С Х О Д Н Ы Е Д А Н Н Ы Е

В В О Д Д А Н Н Ы Х О О I I

К О Н Т Р О Л Ь В В Е Д Е Н Н Ы Х Д А Н Н Ы Х О О I 2

m	КОД
10	0109

		S	КОД
I	T ₀₁	10	92500310 0300
	T ₉₁	9	92457119 0209
	T ₈₁	8	92452458 0208
	T ₇₁	7	92449482 0207
	T ₆₁	6	92444935 0206
		→	00000000 ←
	T ₅₁	5	92437228 5
	T ₄₁	4	92433200 6
	T ₃₁	3	92429404 0203
	T ₂₁	2	92425158 0202
T ₁₁	1	92421550 0201	
С200	T ₀₁	h, m ↑	

		S	КОД
2	T ₀₂	10	01042841 0401
	T ₉₂	9	01038861 0400
	T ₈₂	8	01035033 0309
	T ₇₂	7	01030861 0308
	T ₆₂	6	01027146 0307
		→	00000000 ←
	T ₅₂	5	01018940 0306
	T ₄₂	4	01015196 0305
	T ₃₂	3	01011339 0304
	T ₂₂	2	01007500 0303
T ₁₂	1	201003492 0302	
0301	T ₀₂	h, m ↑	

ЗАПУСК ПРОГРАММЫ СЧЕТА ОО I I

РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫЧИСЛЕНИЯ

ПОСЛЕ ПЕРВОГО ОСТАНОВА

В В О Д З Н А Ч Е Н И Й О О I 3

ПОСЛЕ ВТОРОГО ОСТАНОВА

T ₁ - P _r Y		
h	m	s
19,244	1,084	

	½(T ₁ +T ₂)		
№	S		КОД
1	3	2,196	0500
2		,010	0501
3		,218	0502
4		,030	0503
5		,187	0504
6	3	1,938	0505
7	3	2,339	0506
8	3	1,898	0507
9	3	2,310	0508
10	3	1,901	0509
Ср			0600

T ₂ - P _r Y		
h	m	s
20,102	3,121	

$\frac{1}{m} \sum_1^m (T_{1i} - T_1)^2 \rightarrow P_r X$
S ²
169,015

$\frac{1}{m} \sum_1^m (T_{2i} - T_2)^2 \rightarrow P_r X$
S ²
170,305

(ФОРМА 45)

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ПО ПРОГРАММЕ НАБЛЮДЕНИЙ

ВВОД ДАННЫХ 0004

КОНТРОЛЬ ВВЕДЕННЫХ ДАННЫХ 0005

№	№ зв.	T				КОД	$M = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (T_{2i} - T_1)^2$	КОД	L			КОД			
		h	m	s					s ²	0	1		"		
1	1	19	24	41	08	4	0600	169	015	0602	46	20	10	40	0604
	2	20	10	23	12	1	0601	170	305	0603			09	85	0605
2	1	19	26	31	74	5	0606	168	764	0608	46	00	10	38	0700
	2	20	08	32	65	1	0607	170	102	0609			11	72	0701
3	1	19	28	22	36	4	0702	169	260	0704	45	40	09	55	0706
	2	20	06	41	77	2	0703	170	007	0705			09	20	0707
4	1	19	30	12	98	5	0708	168	897	0800	45	20	09	48	0802
	2	20	04	51	28	4	0709	170	091	0801			10	25	0803
5	1	19	32	03	40	4	0804	170	074	0806	45	00	09	95	0808
	2	20	03	00	70	3	0805	170	114	0807			10	78	0809
6	1	19	33	54	04	7	0900	170	114	0902	44	40	09	80	0904
	2	20	01	09	95	2	0901	169	452	0903			09	38	0905
7	1	19	35	44	68	7	0906	170	672	0908	44	20	09	78	I000
	2	19	59	19	40	8	0907	168	594	0909			09	95	I001
8	1	19	37	35	24	2	I002	17	456	I004	44	00	09	90	I006
	2	19	57	28	92	5	I003	169	53	I005			10	30	I007
9	1	19	39	25	94	7	I008	170	763	II00	43	40	09	70	II02
	2	19	55	38	45	3	I009	169	015	II01			10	80	II03
10	1	19	41	16	51	6	II04	170	421	II06	43	20	10	48	II08
	2	19	53	47	72	2	II05	169	856	II07			09	48	II09
11	1	19	43	07	25	9	I200	171	043	I202	43	00	10	60	I204
	2	19	51	57	25	2	I201	169	506	I203			09	85	I205
12	1	19	44	58	03	6	I206	169	393	I208	42	40	10	12	I300
	2	19	50	06	83	7	I207	169	606	I209			11	20	I301
13	1						I302			I304					I306
	2						I303			I305					I307
T _{ср} ^h		19,78													
Σ ^h		00,00													
UT _{ср} ^h		19,78													

(ФОРМА 46)

ЗАПУСК ПРОГРАММЫ СЧЕТА ▷ I000
РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫЧИСЛЕНИЯ ЗАПИШИТЕ НИЖЕ

И С Х О Д Н Ы Е Д А Н Н Ы Е

ВВОД ДАННЫХ ▷ I006

КОНТРОЛЬ ВВЕДЕННЫХ ДАННЫХ ▷ I005

	Число			КОД
n	1	2		0407'
	h	m	s	
h ₀	0	2,50	20,100	0408'
	0	1	"	
φ ₀	4	3,46	48,30	0409'

№	C			φ		
	ЗН	ЧИСЛО	КОД	ЗН	"	КОД
I	+	1,999	0501'	-	1,427	0502'
2	+	1,999	0504'	-	0,022	0505'
3	+	1,999	0507'	-	0,223	0508'
4	+	1,999	0600'	+	0,729	0601'
5	+	1,999	0603'	-	0,765	0604'
6	+	1,999	0606'	-	0,773	0607'
7	+	1,999	0609'	-	0,523	0700'
8	+	1,999	0702'	-	0,595	0703'
9	+	1,999	0705'	+	0,283	0706'
I0	+	1,999	0708'	-	0,659	0709'
II	+	1,998	0801'	+	0,429	0802'
I2	+	1,998	0804'	+	0,554	0805'
I3			0807'			0808'
I4			0900'			0901'
I5			0903'			0904'

ЗАПУСК ПРОГРАММЫ СЧЕТА ▷ I007

РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫЧИСЛЕНИЯ

ПОСЛЕ ПЕРВОГО ОСТАНОВА					
	ЗН	"			
У	+	0,121			→ P _{гУ}
		ЧИСЛО			
Р _у		47,95			→ P _{гХ}
ПОСЛЕ ВТОРОГО ОСТАНОВА					
		"			
m _у		0,093			→ P _{гУ}
М		0,646			→ P _{гХ}
ПОСЛЕ ТРЕТЬЕГО ОСТАНОВА					
		h	m	s	
h'		0	2,50	20,111	→ P _{гУ}

КОДЫ (') ОТНОСЯТСЯ К ВД-5024

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕРКИ ЖУРНАЛА

№ № П/П	З А М Е Ч А Н И Я	Л И С Т	М Е Р Ы П О У С Т Р А Н Е Н И Ю	И С П О Л Н И Т Е Л Ъ П О Д П И С Ъ
I	2	3	4	5

ПОСЛЕ УСТРАНЕНИЯ ЗАМЕЧАНИЙ ЖУРНАЛ ПРИНЯТ
ПРИЕМЩИК _____ (ПОДПИСЬ, ДАТА)

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Руководство по астрономическим определениям. ГКИНП-01-153-81 М., "Недра", 1984, с.382.
2. Неверов Л.В. Развитие способа равных высот. Геодезия и картография, № 8, 1989, с.10-13.
3. Неверов Л.В., Беляков В.М., Семина Е.И. Оперативное высокоточное определение астрономических координат. Геодезия и картография, № 5, 1992, с.8-11.
4. Рабочие эфемериды пар Цингера. Труды ЦНИИГАИИ, вып.90, 1984, 1986, 1988.
5. Комплекс астрономического универсала АУ-01. Инструкция по эксплуатации АУ-01.00.000 ИЭ. ЦНИИГАИИ, 1987, с.161.
6. Комплекс астрономического универсала АУ-01. Техническое описание АУ-01.00.00.000 ТО. ЦНИИГАИИ, 1987, с.200.
7. Всемирное время и координаты полюса (окончательные данные). Труды А ГКБВЭИ Госстандарта РФ.
8. Всемирное время и координаты полюса. Бюллетень Е ГКБВЭИ Госстандарта РФ.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	2
I. Основные положения	3
2. Подготовка к определению долготы комплексом астрономического универсала $AU-OI$	7
2.1. Лабораторная подготовка приборов	7
2.2. Подготовка эфемерид	7
2.3. Подготовка на пункте наблюдений	8
3. Порядок работы на пункте при определении долготы из многократного фотоэлектрического наблюдения пары звезд на соответственных высотах	10
4. Вычисление долготы	13
4.1. Список исходных данных и получаемых результатов, их размещение в ОЗУ микроЭВМ	13
4.2. Алгоритм	24
4.3. Руководство оператора	27
4.4. Тест - пример	32
Используемые источники	40