

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 БГЕМ 74-92

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

А.А.Синдеев

Зав. отделом

Н.А.Гусев

Зав. лабораторией

П.Е.Ливанов

Руководитель договора, К.Т.Н.

Л.В.Неверов

Ответственный исполнитель, К.Т.Н.

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-ОГ. В качестве базового способа рекомендовано определение долготы из многократного фотоэлектрического наблюдения пары звезд на соответствующих 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.

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

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.

І. 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 [1]. 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

$$\lambda_{оп} = \lambda_{ис} + \Delta\lambda \quad (1)$$

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, характерной 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 $\lambda_{оп1i}$, выполненное прибором I, установленным на определяемом пункте.

2. Определение $\lambda_{ис2i}$, выполненное прибором II, установленным на исходном пункте, по наблюдению той же пары звезд, которая наблюдалась на определяемом пункте прибором I для получения значения $\lambda_{оп1i}$.

3. Определение $\lambda_{оп2i}$, 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 $\lambda'_{оп\bar{ii}}$.

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 — $\lambda'_{оп\bar{ii}}$, третьей — $\lambda'_{ис\bar{ii}}$, 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 $\Delta\lambda_{ут1}$.

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

Эти поправки вычисляются по формулам:

$$\Delta\lambda_{мун} = -\frac{1}{75} (x \sin \lambda' + y \cos \lambda') \operatorname{tg} \varphi_0, \quad (4)$$

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

в которых

φ_0 — приближенное значение широты пункта,

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

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

$2UT1 + dUT1$ — 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 звезд 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

БЭР — блок фотоэлектрической регистрации

МЭ — микрометр фотоэлектрический

ОРБ — оптический разделительный блок МЭ

ПУГ — плата усиления и формирования сигналов БЭР

ЭЭУ — 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", ЭКУ "Альтаир-М", МПУ Ф-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 ^вз^аключение 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° 20'	46° 00'	45° 40'	45° 20'	45° 00'	44° 40'	44° 20'	44° 00'	43° 40'	43° 20'	43° 00'	42° 40'
A	269° 42'										273° 31'	
A											89° 06'	

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

Для вычисления данных используют формулы:

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

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

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 0203, а для вычисления азимута – 0204. Исходные данные вводят прямой адресацией десятичных ячеек:

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

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 университета φ , 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, приходющиеся на конец 14 начало 15 минут и на конец 44 начало 45 минут. Ленты с зафиксированными показаниями хронометра и с указанием даты необходимо вклеивать 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 ЭВУ-1 ЭВУ-2. Результаты приема радиосигналов и информацию о величинах $\Delta UT1$ 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,

$\Delta UT1 + dUT1 (\Delta + d)$ - 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 ФОТОЭЛЕКТРИЧЕС- КОГО НАБЛЮДЕНИЯ ПАРЫ ЗВЕЗД НА СООТВЕТСТ- ВЕННЫХ 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 ω для эфемеридного зенитного расстояния первого альмукантарата. Вращением рукоятки резистора $R6$ 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''_n , L''_n и среднее $L_{nn} = \frac{1}{2}(L''_n + L''_n)$. Вращением микрометричного 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 Р1ПУФ, и включают ЛПУ8-2-01 в режим РЗ. Продолжая вращение микрометричного 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 кастировочного 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''_{11} , L'''_{11} и средние $L_{11K} = \frac{1}{2}(L''_{11} + L'''_{11})$, $L_{11} = \frac{1}{2}(L_{11N} + L_{11K})$.

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 бумажной ленте МПУ 8-2-01 отпечатки показаний ЭКХ, зафиксированных при наблюдении прохождения. По отсчетам круга вычисляют средние: $L_{21N} = \frac{1}{2}(L'_{21} + L''_{21})$, $L_{21K} = \frac{1}{2}(L'''_{21} + L''''_{21})$, $L_{21} = \frac{1}{2}(L_{21N} + L_{21K})$.

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_{iN} , L_{iK} , 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 $L_{iN} - L_{iK}$. 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 Li_{2n} , Li_{2k} , Li_2 ($i=1,2,3,\dots,n$) 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 I, а в сторону увеличения — от 6 до IO. Размеченные отрезки ленты вклеивают в соответствующие места журнала и фиксируют таким образом в журнале для наблюдений на каждом альмукантарате моменты проходов звезд пары T_{i1} , T_{i2} ($i=1,2,3,\dots,m=10$)

Делают необходимые выписки в журнал из астрономического ежегодника: $S_0(\omega)$, $S_0(\omega+1)$, A_2 , B_2 , A_{2+1} , B_{2+1} , D_{np1} , D_{np1} , P_1 , α_{2np1} , $\Delta\alpha_1$, δ_{2np1} , $\Delta\delta_1$, a_1 , b_1 , a_1 , b_1 , λ_1 , λ_{p2} , P_2 , α_{2np2} , $\Delta\alpha_2$, δ_{2np2} , $\Delta\delta_2$, 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-ЭС" 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

№ пп	Обозначение параметра	Размерность	Под десятичной ячейкой	Описание параметра
1	2	3	4	5
1		число	0109	Число регистраций показаний ЭВМ при наблюдении первой и второй звезд пары
2	T_{01}	h, m	0202	Часы и минуты первого показания ЭВМ при наблюдении первой звезды
3	T_{11}	s	0301	
4	T_{21}	"	0302	
5	T_{31}	"	0203	
6	T_{4i}	"	0304	Секунды i показания ЭВМ при наблюдении первой звезды
7	T_{5i}	"	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	Γ_2	h, m, S	РГХ	После второго останова Показания ЭХУ в средний момент наблюдений второй звезды
4	M_2	S^2	РГХ	Коэффициент для вычисления поправки за ускорение движения второй звезды по высоте
5	Γ_1	S	0500	Секунды i показания ЭХУ в средний момент прохождения
6	Γ_2	"	0501	изображения звезд пары
7	Γ_3	"	0502	через одноименную прорезь зеркальной решетки ОРБ
8	Γ_4	"	0503	
9	Γ_5	"	0504	
10	Γ_6	"	0505	
11	Γ_7	"	0506	
12	Γ_8	"	0507	
13	Γ_9	"	0508	
14	Γ_{-}	"	0509	
15	Γ	"	0000	Секунды показания ЭХУ в сред- ний момент наблюдения двух звезд пары

4.1.2. Вычисления c_i, v_i ($i = 1, 2, \dots, n \leq 12$)

Исходные данные - общая часть
на серию многократных наблюдений звезд пары

1	2	3	4	5
ГГ	Обозначе- ние пара- метра	Размер- ность	Код деся- тичной ячейки	Описание параметра
1	φ_0	$^{\circ}, \prime, \prime\prime$	0200	Приближенное значение широты пункта
2	λ_0	h, m, S	0201	Приближенное значение долготы пункта
3	S'_0	"	0202	Гринвичское звездное время в С всемирного времени на всеми- рную дату наблюдений с учетом изменения нутации в течение суток

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
4	X_I	h, m, s		0303								Показание БТХ в момент передачи радиосигнала, координированного времени первой радиостанцией.
5	$\Sigma = \Delta UT_1 +$ $+ dUT_1 + U_1 - \Delta T$	" "		0304								Гуммарная поправка, приводящая показание БТХ, 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 БТХ.
7	g	" "		0306								Коэффициент вертикального гнущия трубы астрономического универсала.
8	Δ'_D	" "		0307								Табличные значения редуцированных величин на 0^h земного динамического времени на всемирную дату наблюдений.
9	Δ'_D	" "		0308								Табличные значения редуцированных величин на 0^h земного динамического времени на последующую дату.
10	Δ'_{D+1}	" "		0309								Табличные значения редуцированных величин на 0^h земного динамического времени на последующую дату.
11	Δ'_{D+1}	" "		0310								Табличные значения редуцированных величин на 0^h земного динамического времени на последующую дату.
12	n	число		0311								Число альмукантаратов наблюдений.
13	ρ	" "		0312								Число.
14	$\Delta = \Delta'$	" "		0313								Табличный интервал при интерполировании видимых мест звезд из Δ' .
15	D	" "		0314								Всемирная дата наблюдений.
16	$D_{пр1}$	" "		0315								Табличная дата, предшествующая всемирной дате наблюдений первой звезды.
17	$D_{кр1}$	" "		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	$\alpha_{D_{пр1}}$	h, m, s		0318								Табличное значение видимого прямого восхождения первой звезды на дату, предшествующую дате наблюдений.

1	2	3	4	5
20	$\Delta \alpha_1$	S	0309	Табличная разность видимого прямого восхождения первой звезды
21	$\delta_{2пр1}$	о, ', "	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	$D_{пр2}$	"-	0406	Табличная дата, предшествующая всемирной дате наблюдений второй звезды
28	$D_{кр2}$	"-	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	$\alpha_{2пр2}$	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	$\delta_{2пр2}$	о, ', "	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	°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 ₁₁	<i>h, m, S</i>	0600	Показания ЗТУ в средние моменты наблюдений первой или второй звезд пары на соответственных высотах
41	T ₁₂	"	0601	
42	T ₂₁	"	0606	
43	T ₂₂	"	0607	
44	T ₃₁	"	0702	
45	T ₃₂	"	0703	
46	T ₄₁	"	0708	
47	T ₄₂	"	0709	
48	T ₅₁	"	0804	
49	T ₅₂	"	0805	
50	T ₆₁	"	0900	
51	T ₆₂	"	0901	
52	T ₇₁	"	0906	
53	T ₇₂	"	0907	
54	T ₈₁	"	1002	
55	T ₈₂	"	1003	
56	T ₉₁	"	1008	
57	T ₉₂	"	1009	
58	T ₁₀₁	"	1104	
59	T ₁₀₂	"	1105	
60	T ₁₁₁	"	1200	
61	T ₁₁₂	"	1201	
62	T ₁₂₁	"	1206	
63	T ₁₂₂	"	1207	
64	T ₁₃₁	"	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}		"		I004
81	M_{82}		"		I005
82	M_{91}		"		II00
83	M_{92}		"		II01
84	M_{101}		"		II06
85	M_{102}		"		II07
86	M_{111}		"		I202
87	M_{112}		"		I203
88	M_{121}		"		I208
89	M_{122}		"		I209
90	M_{131}		"		I304
91	M_{132}		"		I305

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

I	!	2	!	3	!	4	!	5
92	∠	II		0, ', "		0604		Отсчеты по вертикальному кругу при наблюдении первой и второй звезд пары на соответственных высотах
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	∠	IOI		"-		II08		
III	∠	IO2		"-		II09		
II2	∠	III		"-		I204		
II3	∠	II2		"-		I205		
II4	∠	I2I		"-		I300		
II5	∠	I22		"-		I30I		
II7	∠	I3I		"-		I306		
II8	∠	I32		"-		I307		

Результаты вычисления

№ шп	Обозначение параметра	Размерность	Код десятичной ячейки	Описание параметра
1	2	3	4	5
I	C_1	число	0501'	Кoeffициенты 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'	
12	C_{12}	"-	0807'	
14	C_{14}	"-	0800'	
15	C_{15}	"-	0803'	
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_{10}			0700'	Свободные члены уравнений поправок
26	e_{11}	---		0802'	
27	e_{12}	---		0805'	
28	e_{13}	---		0808'	
29	e_{14}	---		0901'	
30	e_{15}	---		0904'	

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

Исходные данные

№	Обозначение параметра	Размерность	Код десятичной ячейки	Описание параметра
1	2	3	4	5
1	n	число	0407	Число альмукантаратов наблюдений пары
2	λ_0	h, m, S	0408	Приближенное значение долготы пункта
3	φ_0	$0, ', ''$	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_{10}	---	0708	

№	!	2 !	3	!	4	!	5
14		σ_{11}	число		0801		
15		σ_{12}	"		0804		
16		σ_{13}	"		0807		
17		σ_{14}	"		0800		
18		σ_{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		Свободные члены уравнений поправок
25		e_7	"		0700		
26		e_8	"		0700		
27		e_9	"				
28		e_{10}	"		0700		
29		e_{11}	"		0802		
30		e_{12}	"		0805		
31		e_{13}	"		0802		
32		e_{14}	"		0907		
33		e_{15}	"		0904		

РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫЧИСЛЕНИЯ

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

4.2. Алгоритм

4.2.1. Вычисление $T_1, T_2, M_1, M_2, T_i, \bar{T}$

1. Показания РГУ 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 \bar{T}_i показания РГУ в средний момент прохождения изображения звезд пары через одноименную прорезь зеркальной решетки ОРБ

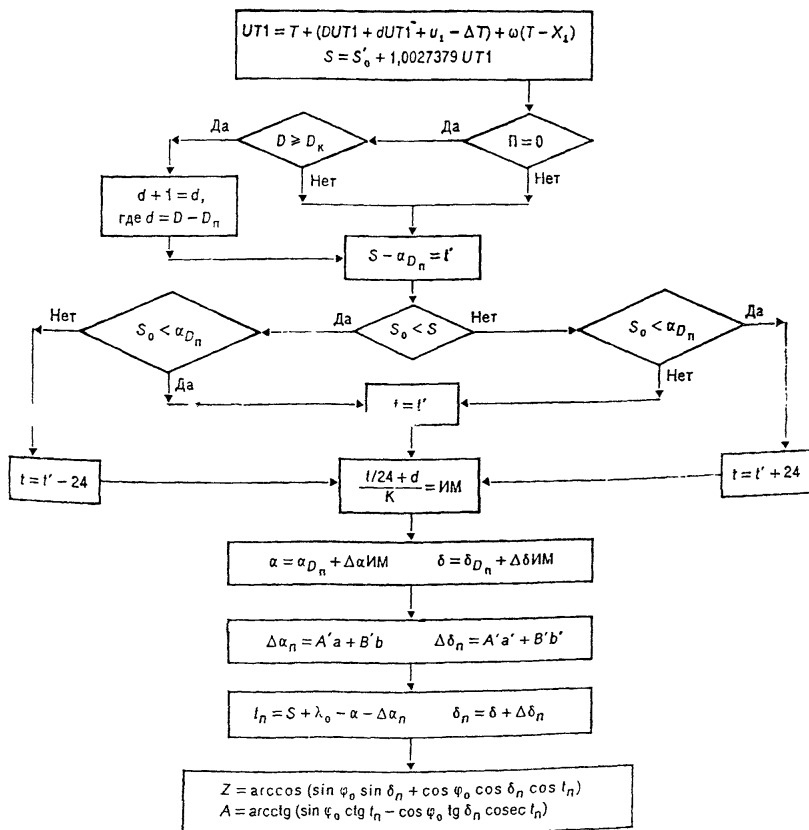
$$\bar{T}_i = \frac{1}{2}(T_{1i} + T_{2i})$$

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

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

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

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



2. Разности вычисленных зенитных расстояний $\Delta Z_i'$ звезд

парн

$$\Delta Z_i' = Z_{i2} - Z_{i1}$$

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

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

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 аберрацию

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

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 $y, \rho_y, m_y, \mu, \eta'$

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. Нес σ_y значения μ

$$\sigma_y = [\sigma]$$

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 μ

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

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

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

4.3. Руководство оператора

В программе вычисления долготы (ПЧ4758С) предусмотрена возможность ввода исходных данных как прямой адресацией десятичных ячеек памяти, так и их обратной адресацией. Более производительным является второй вариант, поэтому именно он изложен в качестве основного. Обратная адресация осуществляется программно. Для этого при вводе каждой группы данных (по п.4.1) оператор должен сначала обратиться к подпрограмме ввода, набрав на клавиатуре прямое кодированное код, указанный ниже в тексте. При этом на индикаторе в Рг^{II} 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 Рг^{II} число, которое в полевом журнале значится под номером, установленным в Рг^{II}, и нажать клавишу S. При этом число фиксируется в памяти, а в Рг^{II} 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 0,5с выводится на индикатор: в Рг^{II} - номера десятичных ячеек, в Рг^{III} - хранящиеся в этих ячейках числа. Зафиксировать просматриваемое число в индицируемом регистре

на более длительный срок можно нажатием клавиши П. 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 ЭИ 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. Двучисленное $T_1, T_2, M_1, M_2, T_i (i=1,2,3...m), T$

1. В полевом журнале на листах (форма 40) 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. Перематывайте МТ на метраж записи программы, имеющей контрольную сумму 41593.

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

6. Если годочитанная 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 РТТ должно индцироваться число 4000.

8. Нажмите клавишу С и снимите кассету с ЛП1.

9. Наберите код ССН на клавиатуре прямого кодирования. В РТ должно индцироваться число 10.

10. Введите из журнала (форма 40) 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 ССН2. Скончив просмотр нажмите клавишу С.

12. Запустите вычисление по программе набором кода 0001.

13. 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.

14. 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 С.

15. Выполните действия по п.9-14 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_{II2} ... T_{n2}; M_{II} ... M_n

M_{II2} ... M_{n2}; L_{II} ... L_{n1}; L_{II2} ... L_{n2}, полученные в результате предварительной обработки наблюдений.

На листе (форма 44): A'₂, B'₂, A'₂₊₁, B'₂₊₁, D_{np1}, D_{кр1}, Π₁,

Δ_{2np1}, Δ₂₁, δ_{2np1}, Δδ₁, a'₁, b'₁, a₁, b₁, D_{np2}, D_{кр2}, Π₂,

Δ_{2np2}, Δ₂₂, δ_{2np2}, 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 S_{0(ϑ)}, S_{0(ϑ+1)} - триязычные звездные время в с^h всемирного времени на дату наблюдений и на последующую дату, выраженные из МБ, UT1_{cp}^h = T_{cp}^h + Σ^h где T_{cp}^h - средний момент многократных наблюдений звезд данной пары с точностью до с^h, Σ^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 0003 на клавиатуре прямого кодирования. В РгУ должно индцироваться 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 РгУ должно индцироваться 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 выводится на индикацию: в РгУ - номера десятичных ячеек.

в РгУ - результаты вычисления по п.4.1.2., хранящиеся в этих десятичных ячейках.

10. Запишите результаты вычисления в журнал (форма 46). После окончания счета в РгУ должно индцироваться значение Δ_0 , в РгХ - число n . При необходимости повторного счета вновь нажмите клавишу Δ и наберите код 1000.

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

1. В полевом журнале на листе (форма 46) должны быть зафиксированы исходные данные по п. 4.1.3: $n, \Delta_0, \varphi_0, c_1, \dots, c_n, v_1, \dots, v_n$.

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 1000. В РгУ должно индцироваться число 47. После завершения ввода нажмите клавишу С.

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 $P_{T^N}^U - U$, из $P_{T^N}^U - P_U$ и нажмите клавишу S' . После второго останова выпишите в журнал (форма 46) из $P_{T^N}^U - m_U$, из $P_{T^N}^U - \mathcal{N}$ и нажмите клавишу S' . После третьего останова выпишите в журнал (форма 46) из $P_{T^N}^U - \mathcal{N}'$.

4.4. Тест - пример

(ФОРМА 54)

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 № 003ПТР "АСТРА" № 02099ЭКХ "АЛЬТАИР-М" № 032

НАБЛЮДАЛ _____ (ФИО)

МПУ8-2-ОІ № С005

_____ (ПОДПИСЬ)

МИКРОЭВМ "ЭЛЕКТРОНИКА ДЗ-28" № 6919

ЗАПИСЫВАЛ _____ (ФИО)

ТЕРМОМЕТР прац

_____ (ПОДПИСЬ)

БАРОМЕТР акеронд

ВЫЧИСЛИЛ В ПЕРВУЮ РУКУ _____ (ФИО)

_____ (ПОДПИСЬ)

	Ч	М	Г	"			
ДАТА	1	2	1	1	8	8	X = 0,110
UT ^h _{ср}	1	9	7	8	X	3	Y + 0,183
БЮЛЛЕТЕНЬ	№				h	m	S
	UT ₁ - UTC		X	X	X	X	- 0,046
	λ'		0	2	5	0	2 0,111
	Δλ _{мун}						- 0,004
	Δλ _{UT₁}						+ 0,006
	λ		2	5	0	2	0,113

ВЫЧИСЛИЛ ВО ВТОРУЮ РУКУ _____ (ФИО)

_____ (ПОДПИСЬ)

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, 25					
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	×	×	×	×	0,0006		τ _p	×	×	×	×	0,0006	
τ _n	×	×	×	×	0,0000		τ _n	×	×	×	×	0,0000	
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	
ΔUT ₁	×	×	×	×	-0,100		ω ^{1/4}	0	00	00	00	00	
dUT ₁	×	×	×	×	+0,060		$X_{1,2} = X'_{1,2} - \tau_p - \tau_n$ $U_{1,2} = UTC_{1,2} - X_{1,2}$ $\Sigma = (\Delta + d) + U_{1,2} - \Delta T$						
Δ+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 _c
		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 _c
		214
		152
		214
		152
		214
		151
		215
		151
		214
		151
ΔT	0,182	8
ΔT = 1,443 · ΔT _{ФЭУ}	0,262	

(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	12	11	88	
	o	'	"	КОД
У ₀	43	46	48,30	0200
	h	m	s	
Л ₀	02	50	20,100	0201
S' ₀	03	25	21,846	0202
X ₁	17	19	55,096	0203
Σ	-0	00	00,398	0204
ЗН				
ω	0	00	00,000	0205
g	0	00	00	0206
A ₀	-0	06	2	0207
B ₀	+0	10	9	0208
A ₀₊₁	-0	01	5	0209
B ₀₊₁	+0	11	6	0300
ЗН			ЧИСЛО	
n	12			0301
Ноль	0			0302
K	I	0		0303

ВЫЧИСЛЕНИЕ S'

	h	m	s
- S _{0(∞+1)}	03	29	18,4028
S _{0(∞)}	03	25	21,8388
- S _{0(∞+1)} - S _{0(∞)}		35	6,5640
M		35	6,5554
(S _{0(∞+1)} - S _{0(∞)}) - M			+0,0086
UT 1 ^h /24 ^h			0,8242
ΔM			+0,0071
S _{0(∞)}	03	25	21,8388
S' ₀	03	25	21,846
	h	m	s

①	П А Р А №	554	КОД	②	№	558	m	3,1	КОД
D	12		0304						
D _{np1}	3		0305	D _{np2}	3				0406
D _{кр1}	12		0306	D _{кр2}	1				0407
Π ₁	1		0307	Π ₂	1				0408
	h	m	s		h	m	s		
d _{0np}	05	25	36,591	0308	d _{0np2}	22	42	29,265	0409
Δd ₁			ЗН +0,279	0309	Δd ₂			ЗН -0,141	0500
ЗН	0	'	"		ЗН	0	'	"	
δ _{Dnp1}	+2	8,35	64,02	0400	δ _{Dnp2}	+3	0,09	58,62	0501
Δδ ₁			ЗН +0,26	0401	Δδ ₂			ЗН +0,53	0502
a ₁			+0,150	0402	a ₂			+0,943	0503
b ₁			-0,989	0403	b ₂			+0,332	0504
a ₁			+0,189	0404	a ₂			+0,140	0505
b ₁			+0,005	0405	b ₂			+0,037	0506
П	Критическая дата в интерв. интерп			Р	м. п. ст.				
О	Содержится			ЗН	°C				0507
I	Не содержится			t	-050				0508

(ФОРМА 43)

L ₁			
o	'	''	'''
4	6,20	10,3	10,4
		10,3	10,6
ср	10,30	10,50	
½Σср		10,40	

L ₂			
o	'	''	'''
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

ВВОД ДАННЫХ 0011

КОНТРОЛЬ ВВЕДЕННЫХ ДАННЫХ 0012

m	КОД
10	0109

		S	КОД
I	T ₀ , I0	92500310	0300
	T ₁ , 9	92457119	0209
	T ₁ , 8	92452458	0208
	T ₁ , 7	92449482	0207
	T ₁ , 6	92444935	0206
	→	00000000	←
	T ₁ , 5	92437228	5
	T ₁ , 4	92433200	4
	T ₁ , 3	92429404	0203
	T ₁ , 2	92425158	0202
T ₁ , 1	92421550	0201	
с20С	T ₀	h, m	↑

		S	КОД
2	T ₀ , I0	0104284I	040I
	T ₁ , 9	0103886I	0400
	T ₁ , 8	01035033	0309
	T ₁ , 7	0103086I	0308
	T ₁ , 6	01027146	0307
	→	00000000	←
	T ₁ , 5	01018940	0306
	T ₁ , 4	01015196	0305
	T ₁ , 3	01011339	0304
	T ₁ , 2	01007500	0303
T ₁ , 1	01003492	0302	
030I	T ₀	h, m	↑

ЗАПУСК ПРОГРАММЫ СЧЕТА 0001

Р Е З У Л Т А Т Ы В Ы Ч И С Л Е Н И Я

ПОСЛЕ ПЕРВОГО ОСТАНОВА

ВЫВОД ЗНАЧЕНИЙ 0013

ПОСЛЕ ВТОРОГО ОСТАНОВА

T ₁ → P _r Y		
h	m	s
19	24	41,084

		½(T ₁ + T ₂)	КОД
#	S		
1	32,196		0500
2	0,10		0501
3	2,18		0502
4	0,30		0503
5	1,87		0504
6	31,938		3505
7	32,339		0506
8	31,899		0507
9	32,310		0508
10	31,901		0509
ср			0600

T ₂ → P _r Y		
h	m	s
20	10	23,121

$\frac{1}{m} \sum (T_n - T_0)^2 \rightarrow P_r X$	
s ²	
169,015	

$\frac{1}{m} \sum (T_{n2} - T_0)^2 \rightarrow P_r X$	
s ²	
170,305	

(ФОРМА 45)

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ПО ПРОГРАММЕ НАБЛЮДЕНИЙ

ВВОД ДАННЫХ 0004

КОНТРОЛЬ ВВЕДЕННЫХ ДАННЫХ 0005

№	№ ЭВ.	T			КОД	$M = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m (T_{2k} - T_1)^2$	s ²	КОД	L			КОД
		h	m	s					0	1	"	
1	1	19,244	1084		0600	169,015	0602	46,20	10,40		0604	
	2	20,102	3121		0601	170,305	0603		09,85		0605	
2	1	19,263	1745		0606	168,764	0608	46,00	10,38		0700	
	2	20,083	2651		0607	170,102	0609		11,72		0701	
3	1	19,282	2364		0702	169,260	0704	45,40	09,55		0706	
	2	20,064	1772		0703	170,007	0705		09,20		0707	
4	1	19,301	2985		0708	168,897	0800	45,20	09,48		0802	
	2	20,045	1284		0709	170,091	0801		10,25		0803	
5	1	19,320	3404		0804	170,074	0806	45,00	09,95		0808	
	2	20,030	0703		0805	170,114	0807		10,78		0809	
6	1	19,335	4047		0900	170,114	0902	44,40	09,80		0904	
	2	20,010	9952		0901	169,452	0903		09,38		0905	
7	1	19,354	4687		0906	170,622	0908	44,20	09,78		1000	
	2	19,591	408		0907	168,594	0909		09,95		1001	
8	1	19,373	242		1002	170,456	1004	44,00	09,90		1006	
	2	19,572	925		1003	169,53	1005		10,30		1007	
9	1	19,392	247		1006	170,763	1100	43,40	09,70		1102	
	2	19,553	453		1009	169,015	1101		10,80		1103	
10	1	19,411	516		1104	170,421	1106	43,20	10,48		1108	
	2	19,534	722		1105	169,856	1107		09,48		1109	
11	1	19,430	725		1200	171,043	1202	43,00	10,60		1204	
	2	19,515	252		1201	169,506	1203		09,85		1205	
12	1	19,445	036		1206	169,393	1208	42,40	10,12		1300	
	2	19,500	837		1207	169,606	1209		11,20		1301	
13	1				1302		1304				1306	
	2				1303		1305				1307	
T _{ср} ^h		19,78										
Σ ^h		00,00										
UT _{ср} ^h		19,78										

(ФОРМА 46)

ЗАПУСК ПРОГРАММЫ СЧЕТА ▷ 1000
РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫЧИСЛЕНИЯ ЗАПИСАНЫ НИЖЕ

И С Х О Д Н Ы Е Д А Н Н Ы Е

ВВОД ДАННЫХ ▷ 1006
КОНТРОЛЬ ВВЕДЕННЫХ ДАННЫХ ▷ 1005

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

№	ЗН	С		ℓ	
		ЧИСЛО	КОД	"	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'	-	0,573 0607'
7	+	1,999	0609'	-	0,523 0700'
8	+	1,999	0702'	-	0,595 0703'
9	+	1,999	0705'	+	0,283 0706'
10	+	1,999	0708'	-	0,659 0709'
11	+	1,998	0801'	+	0,429 0802'
12	+	1,998	0804'	+	0,554 0805'
13			0807'		0808'
14			0900'		0901'
15			0903'		0904'

ЗАПУСК ПРОГРАММЫ СЧЕТА ▷ 1007

РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫЧИСЛЕНИЯ

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

КОДЫ (') ОТНОСЯТСЯ К ВД-5024

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Руководство по астрономическим определениям. ГКИНП-01-153-СИ Ч., "Недра", 1984, с.382.
2. Неверов Л.В. Развитие способа равных высот. Геодезия и картография, № 6, 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.2-11.
4. Рабочие эфемериды пар Цингера. Труды ЦНИИГАиК, вып.90, 194, 196, 198.
5. Комплекс астрономического универсала АУ-01. Инструкция по эксплуатации АУ-01.00.000 ИЗ. ЦНИИГАиК, 1987, с.161.
6. Комплекс астрономического универсала АУ-01. Техническое описание АУ-01.00.00.000 ТО. ЦНИИГАиК, 1997, с.200.
7. Всемирное время и координаты полюса (окончательные данные). Бюллетень А ГКСВЭИ Госстандарта РФ.
8. Всемирное время и координаты полюса. Бюллетень Б ГКСВЭИ Госстандарта РФ.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	2
I. Основные положения	3
2. Подготовка к определению долготы комплексом астрономического универсала АУ-01	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 фотозлектрического 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