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. №

УТВЕРЖДАЮ
Директор ЦНИИГАиК
к.т.н. Н.Л.Макаренко

МЕТОДИКА ИНСТИТУТА.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНОГО АСТРОНОМИЧЕСКОГО ПУНКТА

МИ БГЕИ 24-92

Зам. директора
по научной работе, к.т.н. А.А.Синдеев

Зав. отделом Н.А.Гусев

Зав. лабораторией П.Е.Лазанов

Руководитель договора, к.т.н. Л.В.Неверов

Ответственный исполнитель, к.т.н. Л.В.Неверов

Москва 1993

ЦНИИГАиК Зак 5-93 Тир 200

gost.e-ecolog.ru

УДК 528.28 Группа Т 3с

Методика института

Методика института МИ БГЕИ 24-92

Определение основного астрономического пункта

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 общ объем работ. Приведены формулы вычисления долготы основного астр номического 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 соответстве ных высотах.

I. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Основной астрономический пункт размещается на открытой территории вдали (не ближе 500 м) от локальных источников рефракцион ных аномалий (холмов, водоемов, леса, зданий и промышленных сооруж жений). Подстилающая поверхность вокруг пункта должна быть ровно горизонтальной, имеющей травянистую растительность. Допустимо рас положение 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 дол жна быть жесткой и устойчивой. Допускается плавное изменение нак лона верхней площадки столба от температурной д лации со скоростью не более 2" в час. Пункт должен иметь центр над которым центрируется астрономический универсал при подготовке к выполнен наблюдений.

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

- наблюдателя-инженера астрономо-геодезиста со стажем работы на астрономических определениях не менее 3-х лет;
- помошника 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

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

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

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

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 $m_y \leqslant 0.1''$ (см.п.4.I.3).

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

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

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

3. Определение $\lambda'_{оп\,II\,i}$, 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 $\Delta\lambda_{UT1}$.

$$\left.\begin{aligned} \lambda_{оп\,\bar{I}\,i} &= (\lambda' + \Delta\lambda_{мун} + \Delta\lambda_{UT1})_{оп\,\bar{I}\,i}, \quad \lambda_{ис\,\bar{II}\,i} = (\lambda + \Delta\lambda_{мун} + \Delta\lambda_{UT1})_{ис\,\bar{II}\,i}, \\ \lambda_{оп\,\bar{II}\,i} &= (\lambda' + \Delta\lambda_{мун} + \Delta\lambda_{UT1})_{оп\,\bar{II}\,i}, \quad \lambda_{ис\,\bar{I}\,i} = (\lambda' + \Delta\lambda_{мун} + \Delta\lambda_{UT1})_{ис\,\bar{I}\,i}. \end{aligned}\right\} \quad (3)$$

Эти поправки вычисляют по формулам:

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

$$\Delta\lambda_{UT1} = (\partial UT1 + d\,UT1) - (UT1 - UTC), \quad (5)$$

в которых

φ_0 - приближенное значение широты пункта,

x, y - координаты мгновенного полюса, интерполированные из [7] или [8] по аргументу $UT1^h_{ср}$ (см.подпункт I пункт 4.3.2),

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

$\partial UT1 + dUT1$ - см. п.2.3

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

$$\Delta\lambda_i = \frac{1}{2}\left[(\lambda_{оп\,I\,i} - \lambda_{ис\,II\,i}) + (\lambda_{оп\,II\,i} - \lambda_{ис\,I\,i})\right] \qquad (6)$$

Средняя квадратическая погрешность определения приращения долготы из программы астрономических наблюдений:

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

Средняя квадратическая погрешность определения долготы основного астрономического пункта:

$$M_{\lambda оп} = \sqrt{M^2_{\lambda ис} + M^2_{\Delta\lambda}}\,, \qquad (8$$

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 $\lambda_{оп\,I\,i}$, $\lambda_{ис\,II\,i}$, $\lambda_{оп\,II\,i}$, $\lambda_{ис\,I\,i}$, 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

ПУФ - плата усиления и формирования сигналов БФР

ФЭУ - фотоэлектронный умножитель

ЭКХ - экспедиционный кварцевый хронометр "Альтаир-М"

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 8-2-01, 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 за исключением следующих пунктов таблицы: 3.1 - 3.6, 3.11 - 3.15, 3.18, 3.26 - 3.28. При этом рен оптического микрометра должен быть определен для вертикального круга, величины τ_{un} 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:

$$Z = \arccos\left[\sin\varphi\sin\delta + \cos\varphi\cos\delta\cos(s-\alpha)\right] \qquad (9)$$

$$A = \operatorname{arcctg}\left[\sin\varphi\operatorname{ctg}(s-\alpha) - \cos\varphi\operatorname{tg}\delta\operatorname{cosec}(s-\alpha)\right] \qquad (10)$$

Вычисления осуществляют на микро ЭВМ "Электроника ДЗ-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:

$\varphi \rightarrow$ СД 5 – широта пункта,
$\delta \rightarrow$ СД 6 – склонение звезды,
$s-\alpha \rightarrow$ СД 7 – часовой угол звезды.

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 универсала, типы и номера используемых приборов, фамилию наблюдат

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 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 ФЭУ-1, ФЭУ-2. Результаты приема радиосигналов и информацию о величинах $\partial UT1$ 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,

$\partial UT1 + dUT1$ $(\partial + d)$ – 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 наблюдения 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 ... ние 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'_{11}, L''_{11} и среднее $L_{11н} = \frac{1}{2}(L'_{11} + L''_{11})$

Вращением микрометренного 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 $Р1$ ПУФ, и включают МПУ8-2-01 в режим $Р3$. Продолжая вращение микрометренного 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'''_{11} , L''''_{11} и средние $L_{11K}=\frac{1}{2}(L'''_{11}+L''''_{11})$, $L_{11}=\frac{1}{2}(L_{11H}+L_{11K})$.

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: $L_{21H}=\frac{1}{2}(L'_{21}+L''_{21})$, $L_{21K}=\frac{1}{2}(L'''_{21}+L''''_{21})$, $L_{21}=\frac{1}{2}(L_{21H}+L_{21K})$.

Описанные операции повторяют n раз. Значение n выбирают в пределах от 8 до 12 с таким расчетом, чтобы обеспечить $m_y \leqslant 0{,}1''$ (см. П.4.2.3). Получают средние отсчеты по вертикальному кругу L_{i1H} , L_{i1K} , L_{i1} $(i=3,4,\ldots n)$ 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 допуска целесообразно для обеспечения требуемой точности определения долготы по одной паре звезд $m_y \leqslant 0{,}1''$

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 $L_{i2н}$, $L_{i2к}$, 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 I, а в сторону увеличения – от 6 до I0. Размеченные отрезки ленты вклеивают в соответствующие места журнала и фиксируют таким образом в журнале для наблюдений на каждом альмукантарате моменты прохождений звезд пары T_{i1} , T_{i2} $(i=1,2,3,\dots m=10)$

Делают необходимые выписки в журнал из астрономического ежегодника: $S_{0(D)}$, $S_{0(D+1)}$, A'_D, B'_D, A'_{D+1}, B'_{D+1}, $D_{пр1}$, $D_{кр1}$, $П_1$, $\alpha_{Dпр1}$, $\Delta\alpha_1$, $\delta_{Dпр1}$, $\Delta\delta_1$, a'_1, b'_1, a_1, b_1, $\lambda_т$, $D_{кр2}$, $П_2$, $\alpha_{Dпр2}$, $\Delta\alpha_2$, $\delta_{Dпр2}$, $\Delta\delta_2$, 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 ДЗ-28" 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.I. Список исходных данных и получаемых результатов, их размещение в ОЗУ микроЭВМ

4.I.I. Вычисление T_1, T_2, V_1, V_2, T_i, T

Исходные данные

№ пп	Обозначение параметра	Размерность	Код десятичной ячейки	Описание параметра
I	2	3	4	5
I		число	0I09	Число регистраций показаний ЭИ при наблюдении первой и второй звезд пары
2	T_{01}	*h,m*	0200	Часы и минуты первого показания ЭИ при наблюдении первой звезды
3	T_{11}	*S*	0201	
4	T_{21}	–"–	0202	
5	T_{31}	–"–	0203	
6	T_{41}	–"–	0204	Секунды i показания ЭИ при наблюдении первой звезды (i = I,2 ... I0)
7	T_{51}	–"–	0205	

I	2	3	4	5
8.	T_{6I}	-"-	0206	
9.	T_{7I}	-"-	0207	
I0.	T_{8I}	-"-	0208	
II.	T_{9I}	-"-	0209	
I2.	T_{I0I}	-"-	0300	
I3.	T_{02}	h,m	030I	Часы и минуты первого показания ЭКХ при наблюдении второй звезды
I4.	T_{I2}	S	0302	
I5.	T_{22}	-"-	0303	
I6.	T_{32}	-"-	0304	
I7.	T_{4I}	-"-	0305	
I8.	T_{52}	-"-	0306	
I9.	T_{62}	-"-	0307	Секунды i показания ЭКХ при наблюдении второй звезды, (i = I,2 ... I0)
20.	T_{72}	-"-	0308	
2I.	T_{82}	-"-	0309	
22.	T_{92}	-"-	0400	
23.	T_{I02}	-"-	040I	

Результаты вычисления

№№ пп	Обозначение параметра	Размерность	Код десятичной ячейки или регистр	Описание параметра
I	2	3	4	5
				После первого останова
I	T_I	h,m,S	РгУ	Показание ЭКХ в средний момент наблюдения первой звезды
2	M_I	S^e	РгУ	Коэффициент для вычисления поправки за ускорение движения первой звезды пары по высоте

I	2	3	4	5
3	T_2	h,m,S	РгУ	После второго останова Показание ЭКУ в средний момент наблюдений второй звезды
4	M_2	S^2	РгХ	Коэффициент для вычисления поправки за ускорение движения второй звезды по высоте
5	T_1	S	0500	Секунды i показания ЭКУ в средний момент прохождения изображения звезд пары через одноименную прорезь зеркальной решетки ОРБ
6	T_2	–"–	0501	
7	T_3	–"–	0502	
8	T_4	–"–	0503	
9	T_5	–"–	0504	
I0	T_6	–"–	0505	
II	T_7	–"–	0506	
I2	T_8	–"–	0507	
I3	T_9	–"–	0508	
I4	T_{10}	–"–	0509	
I5	T	–"–	0510	Секунды показания ЭКУ в средний момент наблюдения двух звезд пары

4.I.3. Вычисления c_i, e_i ($i = 1,2 \ldots, n \leqslant 12$)

Исходные данные – общая часть

на серию многократных наблюдений звезд пары

№ строки	Обозначение параметра	Размерность	Код десятичной ячейки	Описание параметра
I	2	3	4	5
I	φ_0	°,',"	0300	Приближенное значение широты пункта
2	λ_0	h,m,S	0301	Приближенное значение долготы пункта
3	S_0'	–"–	0302	Гринвичское звездное время в 0 всемирного времени на всемирную дату наблюдений с учетом изменения нутации в течение суток

I	2	3	4	5
4	X_I	h, m, S	0203	Показание ЭКХ в момент передачи радиосигнала координированного времени первой радиостанцией
5	$\Sigma = \mathcal{D}UT1 + dUT1 + U_1 - \Delta T$	-"-	0204	Суммарная поправка, приводящая показание ЭКХ, зафиксированное в момент регистрации прохождения звезды, в систему времени, отличающуюся от системы $UT1$ на величину, обусловленную ходом хронометра за период от момента приема радиосигналов времени до момента регистрации прохождения звезды
6	ω	h/h	0205	Часовой ход ЭКХ
7	g	-"-	0206	Коэффициент вертикального гнутия трубы астрономического универсала
8	A'_D	-"-	0207	Табличные значения редукционных величин на 0^h земного динамического времени на всемирную дату наблюдений
9	B'_D	-"-	0208	
I0	A'_{D+1}	-"-	0209	Табличные значения редукционных величин на 0^h земного динамического времени на последующую дату
II	B'_{D+1}	-"-	0300	
I2	n	число	[illegible]	Число альмукантаратов наблюдений пары
I3	[illegible]	-"-	0302	Ноль
I4	[illegible]	-"-	[illegible]	Табличный интервал при интерполировании видимых мест звезд из [illegible]
I5	Д	-"-	0304	Всемирная дата наблюдений
I6	$Д_{пр1}$	-"-	0305	Табличная дата, предшествующая всемирной дате наблюдений первой звезды
I7	ДкрI	-"-	0306	Критическая дата для первой звезды
I8	$П_I$	-"-	0307	Признак: П = 0, если критическая дата содержится в интервале интерполирования; П = I, если критическая дата не содержится в интервале интерполирования
I9	$\alpha_{Dпр1}$	h, m, S	0308	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
2I	$\delta_{Dпр1}$	°,′,″	0400	Табличное значение видимого склонения первой звезды на дату, предшествующую дате наблюдений
22	$\Delta\delta_1$	″	040I	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	$Д_{кр2}$	-"-	0407	Критическая дата для второй звезды
29	$П_2$	-"-	0408	Признак. Имеет значения, определяемые по тому же правилу, что и для первой звезды (см. п.18)
30	$\alpha_{Dпр2}$	h,m,S	0409	Табличное значение видимого прямого восхождения второй звезды на дату, предшествующую дате наблюдений
3I	$\Delta\alpha_2$	S	050С	Табличная разность видимого прямого восхождения второй звезды
32	$\delta_{Dпр2}$	°,′,″	050I	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	°С	0508	Температура воздуха

Исходные данные - результаты многократных наблюдений звезд пары

№ пп	Обозначение параметра	Размерность	Код десятичной ячейки	Описание параметра
1	2	3	4	5
40	T_{II}	h,m,S	0600	Показания ЭЧУ 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	Коэффициенты для вычисления поправок за ускорение движения первой или второй звезды пары по высоте
67	M_{12}	-"-	0603	
68	M_{2I}	-"-	0608	
69	M_{22}	-"-	0609	
70	M_{3I}	-"-	0704	
7I	M_{32}	-"-	0705	
72	M_{4I}	-"-	0800	
73	M_{42}	-"-	080I	
74	M_{5I}	-"-	0806	
75	M_{52}	-"-	0807	
76	M_{6I}	-"-	0902	
77	M_{62}	-"-	0903	
78	M_{7I}	-"-	0908	
79	M_{72}	-"-	0909	
80	M_{8I}	-"-	I004	
8I	M_{82}	-"-	I005	
82	M_{9I}	-"-	II00	
83	M_{92}	-"-	II0I	
84	M_{I0I}	-"-	II06	
85	M_{I02}	-"-	II07	
86	M_{III}	-"-	I202	
87	M_{II2}	-"-	I203	
88	M_{I2I}	-"-	I208	
89	M_{I22}	-"-	I209	
90	M_{I3I}	-"-	I304	
9I	M_{I32}	-"-	I305	

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 ∠ I0I		-"-	II08	
III ∠ I02		-"-	II09	
II2 ∠ III		-"-	I204	
II3 ∠ II2		-"-	I205	
II4 ∠ I2I		-"-	I300	
II5 ∠ I22		-"-	I30I	
II7 ∠ I3I		-"-	I306	
II8 ∠ I32		-"-	I307	

Результаты вычисления

№№ пп	Обозначение параметра	Размерность	Код десятичной ячейки	Описание параметра
I	2	3	4	5
I	C_1	число	050I′	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′	
I0	C_{I0}	-"-	0708′	
II	C_{--}	-"-	080I′	
I2		-"-	0804′	
I3	C_{I3}	-"-	080?′	
I4	C_{I4}	-"-	0900′	
I5	C_{I5}	-"-	0903′	
I6	e_1	-"-	0502′	Свободные члены уравнений поправок
I7	e_2	-"-	0505′	
I8	e_3	-"-	0508′	
I9	e_4	-"-	060I′	
20	e_5	-"-	0604′	
2I	e_6	-"-	0607′	
22	e_7	-"-	0700′	
23	e_8	-"-	0703′	
24	e_9	-"-	0706′	

I	2	3	4	5
25	ℓ_{10}		0700′	Свободные члены уравнений поправок
26	ℓ_{11}	–"–	0002′	
27	ℓ_{12}	–"–	0805′	
28	ℓ_{13}	–"–	0008′	
29	ℓ_{14}	–"–	0901′	
30	ℓ_{15}	–"–	0904′	

4.I.3. Вычисление y, P_y, m_y, μ, λ'

Исходные данные

№ пп	Обозначение параметра	Размерность	Код десятичной ячейки	Описание параметра
I	2	3	4	5
I	n	число	0407	Число альмукантаратов наблюдений пары
2	λ_0	h,m,s	0408	Приближенное значение долготы пункта
3	φ_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	
I0	c_7	–"–	0609	
II	c_8	–"–	0702	
I2	c_9	–"–	0705	
I3	c_{10}	–"–	0708	

1	2	3	4	5
14	c_{11}	число	0001	
15	c_{10}	-"-	0804	
16	c_{13}	-"-	0807	
17	c_{14}	-"-	0900	
18	c_{15}	-"-	0903	
19	e_{11}	-"-	0500	
20	e_{12}	-"-	0505	
21	e_{13}	-"-	0508	
22	e_{14}	-"-	0601	
23	e_{15}	-"-	0604	
24	e_{16}	-"-	0607	Свободные члены уравнений поправок
25	e_{17}	-"-	0700	
26	e_{18}	-"-	0703	
27	e_{19}	-"-		
28	e_{110}	-"-	0800	
29	e_{111}	-"-	0802	
30	e_{112}	-"-	0805	
31	e_{113}	-"-	0808	
32	e_{114}	-"-	0901	
33	e_{115}	-"-	0904	

Результаты вычисления

№ пп	Обозначение параметра	Единица	Регистр	Описание параметра
				После первого останова
1	y	"	РгУ	Составляющая условного укло нения отвесной линии в пер вертикале - из многократног наблюдения одной пары звезд на соответственных высотах
2	Ру	число	РгП	Вес значения У
				После второго останова
3	m_y	-"-	РгУ	Средняя квадратическая погрешность значения У
4	μ	-"-	РгП	Средняя квадратическая погрешность единицы веса
				После третьего останова
5	λ'	h,m,s	РгУ	Значение долготы пункта - из многократного наблюдения одн пары звезд на соответственны высотах

4.8. Алгоритм

4.8.1. Вычисление T_1, T_2, M_1, M_2, T_i, T

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

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

2. Коэффициенты для вычисления поправок за ускоренное движения звезд пары

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

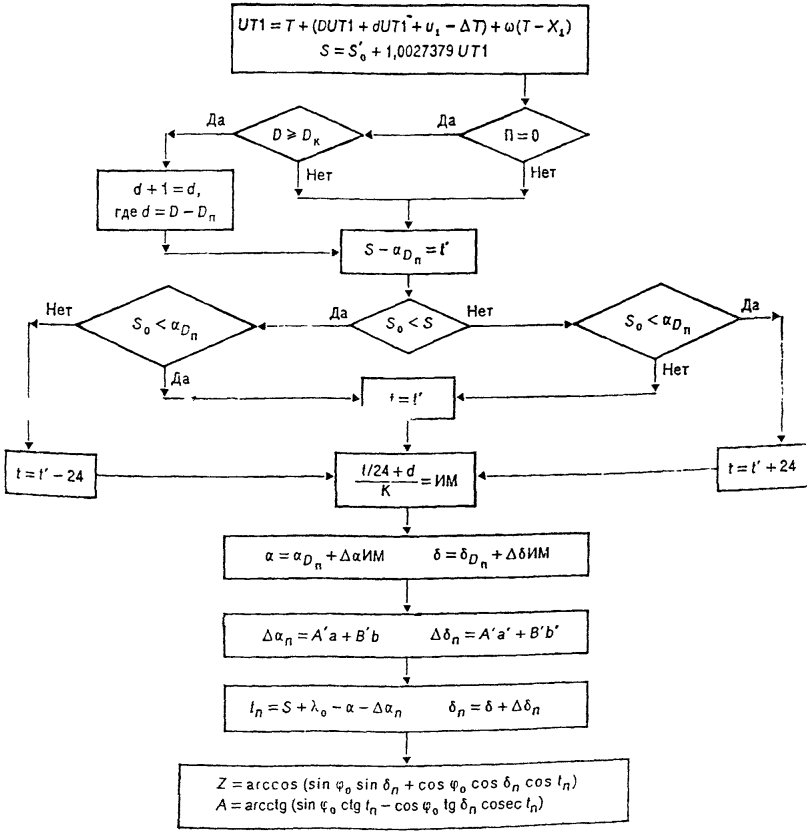
3. Секунды i показания ЭКХ в средний момент прохождения изображения звёзд пары через одноименную прорезь зеркальной решетки ОРЕ

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

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 ($i = 1,2, \ldots, m \leqslant 13$)

1. Каждое зенитное расстояние z_{i1}, z_{i2} и каждый азимут A_{i1}, A_{i2} звезд пары в средние моменты их наблюдений на $n \leqslant 13$ альмукантиратах вычисляются в соответствии со следующей блок-схемой



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

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

3. Составляющие ΔZ_{oi}, получаемые по отсчетам вертикального 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

$$W_{i1,2} = \cos^2\varphi_0 \cos A_{1,2}\,(tg\,\varphi_0 + \cos A_{i1,2}\,ctg\,Z_{i1,2}).$$

6. Поправки $\Delta\rho_i$ за рефракцию

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

где $\rho_{oi\,1,2} = 58{,}2\,tg\,Z_{i1,2} - 0{,}0674\,tg^3 Z_{i1,2} + 0{,}000234\,tg^5 Z_{i1,2}$

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 $y, P_y, m_y, \mu, \Lambda'$

I. Коэффициенты $[cc]$, $[ce]$, $[ee]$

$$[cc] = c_1^2 + c_2^2 + c_3^2 + \ldots + c_n^2$$

$$[ce] = c_1e_1 + c_2e_2 + c_3e_3 + \ldots + c_ne_n,$$

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

2. Решение нормального уравнения

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

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

3. Вес P_y значения y

$$P_y = [cc]$$

4. Средняя квадратическая погрешность μ единицы веса

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

5. Средняя квадратическая погрешность значения y

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

6. 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 (КП41590) 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 РгУ 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 РгУ число, которое в полевом журнале значится под номером, установленным в РгУ, и нажать клавишу S. При этом число фиксируется в памяти, а в РгУ 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 выводятся на индикацию: в РгУ – номера десятичных ячеек, в РгХ – хранящиеся в этих ячейках числа. Зафиксировать просматриваемое число в индицируемом регистре

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

4.3.Г. Вычисление $T_1, T_2, M_1, M_2, T_i \ (i=1,2,3\ldots m), T$

Г. В полевом журнале на листах (форма 43) должны быть зафик сированы результаты наблюдений: показания ЭЧ в моменты наблюдени первой и второй звезд пары и число регистраций этих показани

2. Установите кассету с записью программы на МЛ.

3. Установите режим Р. Нажмите клавишу С.

4. Перемотайте МЛ на метраж записи программы, имеющей контрольную сумму 41598.

5. Считайте программу с МЛ в ОЗУ, нажав клавишу СЛ. Если после отключения МЛ включен индикатор ОШ или ОП, нажмите клави шу С, считайте программу снова. Если чтение закончилось без включения индикаторов ОШ или ОП, нажмите клавишу МП.

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

7. Нажмите клавиши: Δ , $\Diamond$, в Рг К и РгУ должно индици роваться число 4000.

8. Нажмите клавишу С и снимите кассету с МЛ.

9. Наберите код 0011 на клавиатуре прямого кодирования. В Рг должно индицироваться число 00.

10. Введите из журнала (форма 43) исходные данные по п.4.Г.Г После ввода последнего числа включается программа просмотра исход ных данных. Осуществив просмотр, нажмите клавишу С. В случае необ ходимости выполните корректировку введенных данных путем прямой адресации десятичных ячеек.

11. Просмотр исходных данных по п.4.Г.Г можно осуществить в автоматическом режиме набором кода 0012. Окончив просмотр нажмите клавишу С.

I2. Запустите вычисление по программе набором кода 0001.

I3. После первого останова выпишете в журнал (формы 43,45) из РгУ – T_I, из РгX-M_I. Затем нажмите клавишу S и после второго останова выпишете в журнал из РгУ – T_2, из РгХ – M_2.

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

в РгУ – номера десятичных ячеек,

в РгХ – значения T_i (i= I,2,3, .., m) и значение Т. Выпишете в журнал (форма 43) выводимые значения результатов вычисления. Нажмите клавишу С.

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, $\mathcal{C}_i$ (i = I,2, .., $n \leqslant$ I3)

I. В полевом журнале на листах (формы 44, 45) должны быть зафиксированы следующие исходные данные по п. 4.I.2. На листе (форма 44): $\varphi_0, \lambda_0, X_1, \omega, g, n, \mathcal{D}, P, t, \Sigma$, полученные в процессе подготовки и производства наблюдений.

На листе (форма 45): $T_{II} \dots T_{n1}$; $T_{I2} \dots T_{n2}$; $M_{II} \dots M_{n2} \dots M_{n2}$; $L_{II} \dots L_{n1}$; $L_{12} \dots L_{n2}$, полученные в результате предварительной обработки наблюдений.

На листе (форма 44): $A'_{\mathcal{D}}, B'_{\mathcal{D}}, A'_{\mathcal{D}+1}, B'_{\mathcal{D}+1}, \mathcal{D}_{np1}, \mathcal{D}_{kp1}, \Pi_1, \alpha_{\mathcal{D}np1}, \Delta\alpha_1, \delta_{\mathcal{D}np1}, \Delta\delta_1, a'_1, b'_1, a_1, b_1, \mathcal{D}_{np2}, \mathcal{D}_{kp2}, \Pi_2, \alpha_{\mathcal{D}np2}, \Delta\alpha_2, \delta_{\mathcal{D}np2}, \Delta\delta_2, a'_2, b'_2, a_2, b_2$.

На листе (форме 44) S'_o , вычисленное по формулам:

$$S'_o = S_{o(\mathcal{D})} + \Delta\mu; \quad \Delta\mu = \left[(S_{o(\mathcal{D}+1)} - S_{o(\mathcal{D})}) - 3^m 56{,}55536^s\right] \frac{UT1^h_{cp}}{24^h},$$

в которых $S_{o(\mathcal{D})}$, $S_{o(\mathcal{D}+1)}$ – звездное время в 0^h всемирного времени на дату наблюдения и на последующую дату, выбираемые из МЕ, $UT1^h_{cp} = T^h_{cp} + \Sigma^h$ где T^h_{cp} – средний момент многократных наблюдений звезд данной пары с точностью до $0{,}1^h$

$$T^h_{cp} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} (T_1 + T_2)_i \qquad (i = 1,2,3, \dots n),$$

Σ – см. п.4.1.2.

2. Выполните действия по подпунктам 2-8 п.4.3.I

3. Наберите код 0002 на клавиатуре прямого кодирования. В Рг У должно индицироваться число 20.

4. Введите из журнала (форма 44) исходные данные общей части по п.4.I.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.I.2 можно осуществить в автоматическом режиме набором кода 0003. Окончив просмотр нажмите клавишу С.

6. Наберите код 0004. В РгУ должно индицироваться число 60.

7. Введите из журнала (форма 45) результаты многократных наблюдений звезд пары по п. 4.I.2.

8. Просмотр этой части данных п. 4.I.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 I000. При этом в автоматическом режиме выводятся на индикацию: в $Р_{-1}У$ – номера десятичных ячеек.

в $Р_{-1}Х$ – результаты вычисления по п.4.I.∞, хранящиеся в этих десятичных ячейках.

I0. Запишите результаты вычисления в журнал (форма 46). После окончания счета в $Р_{-1}У$ должно индицироваться значение λ_0, в $Р_{-1}Х$ – число n. При необходимости повторного счета вновь нажмите клавишу Δ и наберите код I000.

4.3.3. Вычисление y, P_y, m_y, μ, λ'

I. В полевом журнале на листе (форма 46) должны быть зафиксированы исходные данные по п. 4.I.3: $n, \lambda_0, \varphi_0, c_1 \dots c_n, \ell_1 \dots \ell_n$.

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.I.3. Для этого нажмите клавишу Δ и наберите код I003. В $Р_{-1}У$ должно индицироваться число 47. После завершения ввода нажмите клавишу С.

3. Просмотр данных можно осуществить нажатием клавиши Δ и набором кода I005, после чего следует нажать клавишу С.

Корректировка данных осуществляется прямой адресацией десятичных ячеек.

4. Запустите вычисление по программе нажатием клавиши Δ и набором кода I007.

5. После первого останова выпишете в журнал (форма 46) из $P_{\Gamma}У$ – У, из $P_{\Gamma}Х$ – P_y и нажмите клавишу S . После второго останова выпишете в журнал (форма 46) из $P_{\Gamma}У$ – m_y , из $P_{\Gamma}Х$ – μ и нажмите клавишу S . После третьего останова выпишете в журнал (форма 46) из $P_{\Gamma}Х$ – λ' .

4.4. Тест - пример

(ЖОРНАЛ 5Ч)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОЛГОТЫ КОМПЛЕКСОМ АУ-01 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-01 № 003

ПТР "АСТРА" № 02099

ЭКХ "АЛЬТАИР-М" № 032

МПУ8-2-01 № С005

МИКРОЭВМ "ЭЛЕКТРОНИКА Д3-28" № 6919

ТЕРМОМЕТР праш

БАРОМЕТР анероид

НАБЛЮДАЛ_____(ФИО)

_____(подпись)

ЗАПИСЫВАЛ_____(ФИО)

_____(подпись)

ВЫЧИСЛИЛ В ПЕРВУЮ РУКУ_____ (ФИО)

_____(подпись)

ВЫЧИСЛИЛ ВО ВТОРУЮ РУКУ_____ (ФИО)

_____(подпись)

	Ч	М	Г		//			
ДАТА	12	11	88	X	−	0,1	10	
$UT1^h_{ср}$	19,78			У	+	0,1	83	
БЮЛЛЕТЕНЬ	№			h	m	S		
UT1 − UTC					−	0,0	46	
λ'				02	50	20,1	11	
$\Delta\lambda_{мун}$					−	0,0	04	
$\Delta\lambda_{UT1}$					+	0,0	06	
λ				2	50	20,1	13	

ЖУРНАЛ ПРИНЯТ

РУКОВОДИТЕЛЬ РАБОТ_____(ФИО)

_____(дата)_____(подпись)

(ФОРМА 58)

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	55,000	UTC_2	21	14	54,000
X'_1	17	19	55,102	X'_2	21	14	54,102
τ_p			0,006	τ_p			0,006
$\tau_п$			0,000	$\tau_п$			0,000
X_1	17	19	55,096	X_2	21	14	54,096
u_1	− 00	00	00,096	u_2	− 00	00	00,096
$DUT1$			− 0,100	$\omega^{h/h}$	0,0	00	0000
$dUT1$			+ 0,060				
$D+d$			− 0,040				
ΔT			0,262				
Σ	− 00	00	00,398				

$$X_{1,2} = X'_{1,2} - \tau_p - \tau_п$$

$$u_{1,2} = UTC_{1,2} - X_{1,2}$$

$$\Sigma = (D+d) + u_{1,2} - \Delta T$$

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОПРАВКИ ЗА ЗАДЕРЖКУ СИГНАЛА В ЦЕПЯХ МФ И БФР

А МПУ8-2-01 ФЭУ-I	ΔT_i
	188
	175
	188
	174
	187
	175
	188
	174
	188
	174
ΔT	0,181 1
$\Delta T_{ФЭУ}$	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
$\Delta T = 1{,}443 \cdot \Delta T_{ФЭУ}$	0,262

(ФОРМА 44)

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ОБЩЕЙ ЧАСТИ

ВВОД ДАННЫХ 0002

КОНТРОЛЬ ВВЕДЕННЫХ ДАННЫХ 0003

	Ч	М	Г	
ДАТА	12	11	88	
	°	′	″	КОД
φ_0	43,46	48,30		0200
	h	m	s	
λ_0	02,50	20,100		020I
S'_0	03,25	21,846		0202
X_1	17,19	55,096		0203
Σ	− 0,00	0,398		0204
	ЗН	h/h		
ω	0,00	0,000		0205
		″/s		
ϑ	0,00	0		0206
A'_D	− 0,06	2		0207
B'_D	+ 0,10	9		0208
A'_{D+1}	− 0,01	5		0209
B'_{D+1}	+ 0,11	6		0300
	ЗН	ЧИСЛО		
n	12			030I
Нопь	0			0302
K	I	0		0303

ВЫЧИСЛЕНИЕ S'_0

	h	m	s
$S_{0(D+1)}$	03	29	18,4028
− $S_{0(D)}$	03	25	21,8388
$S_{0(D+1)} - S_{0(D)}$		3	56,56400
M		3	56,55544
$(S_{0(D+1)} - S_{0(D)}) - M$		+	0,00086
$UT1^h/24^h$			0,82422
ΔM		+	0,00071
$S_{0(D)}$	03	25	21,83888
S'_0	03	25	21,84609
	h	m	s

I	ПАРАМЕТР №	554	КОД
	№	149 m 1,8	
D	12		0304
$D_{пр_1}$	3		0305
$D_{кр_1}$	12		0306
$П_1$	1 X		0307
	h m s		
$d_{Dпр}$	05,25,36,599		0308
Δd_1	X ЗН + 0,279		0309
	ЗН ° ′ ″		
$\delta_{Dпр_1}$	+ 28,35,64,02		0400
$\Delta\delta_1$	ЗН + 0,26		040I
a'_1	+ 0,150		0402
b'_1	− 0,989		0403
a_1	+ 0,189		0404
b_1	+ 0,005		0405

2		КОД
	№ 558 m 3,1	
$D_{пр_2}$	3	0406
$D_{кр_2}$	1	0407
$П_2$	1 X	0408
	h m s	
$d_{Dпр_2}$	22,42,29,265	0409
Δd_2	X ЗН − 0,1411	0500
	ЗН ° ′ ″	
$\delta_{Dпр_2}$	+ 30,09,58,62	050I
$\Delta\delta_2$	ЗН + 0,53	0502
a'_2	+ 0,943	0503
b'_2	+ 0,332	0504
a_2	+ 0,140	0505
b_2	+ 0,037	0506
	мл. рт. ст.	
P	600,0	0507
	ЗН °C	
t	− 050	0508

П	Критическая дата в интерв. интерп
О	Содержится
I	Не содержится

(ФОРМА 43)

L_1

0	1	II	II
46,20	10,3	10,4	
	10,3	10,6	
Ср	10,30	10,50	
½Σср		10,40	

L_2

0	1	II	II
46,20	09,9	10,0	
	09,9	09,6	
Ср	09,80	09,80	
½Σср		09,85	

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

ВВОД ДАННЫХ 0011

КОНТРОЛЬ ВВЕДЕННЫХ ДАННЫХ 0012

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	0
	T_{31}	3	92429404	0203
	T_{21}	2	92425158	0202
	T_{11}	1	192421550	0201
0200	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 0001

РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫЧИСЛЕНИЯ

ПОСЛЕ ПЕРВОГО ОСТАНОВА

$T_1 \rightarrow P_rУ$

h	m	s
19	24	41,084

$\frac{1}{m}\sum_1^m (T_{1i}-T_1)^2 \rightarrow P_rX$

s^2
16 9,01 5

ВЫВОД ЗНАЧЕНИЙ 0013

№	½(T₁+T₂) S	КОД
I	32,196	0500
2	,010	0501
3	,218	0502
4	,030	0503
5	,187	0504
6	31,938	0505
7	32,339	0506
8	31,898	0507
9	32,310	0508
10	31,901	0509
Ср	,	0600

ПОСЛЕ ВТОРОГО ОСТАНОВА

$T_2 \rightarrow P_rУ$

h	m	s
20	10	23,121

$\frac{1}{m}\sum_1^m (T_{2i}-T_2)^2 \rightarrow P_rX$

s^2
17 0,30 5

(ФОРМА 45)

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ПО ПРОГРАММЕ НАБЛЮДЕНИЙ

ВВОД ДАННЫХ 0004

КОНТРОЛЬ ВВЕДЕННЫХ ДАННЫХ 0005

№	№ зв.	T: h	m	s	КОД	$M=\frac{1}{m}\sum_{1}^{m}(T_{1i}-T_{1})^2$: s^2	КОД	L: °	′	″	КОД
I	I	19,24	41,084		0600	16,901	0602	46,20	10,40		0604
	2	20,10	23,121		0601	17,030	0603			09,85	0605
2	I	19,26	31,745		0606	16,876	0608	46,00	10,38		0700
	2	20,08	32,651		0607	17,010	0609			11,72	0701
3	I	19,28	22,364		0702	16,926	0704	45,40	09,55		0706
	2	20,06	41,772		0703	17,007	0705			09,20	0707
4	I	19,30	12,985		0708	16,897	0800	45,20	09,48		0802
	2	20,04	51,284		0709	17,091	0801			10,25	0803
5	I	19,32	03,404		0804	17,074	0806	45,00	09,95		0808
	2	20,03	00,703		0805	17,114	0807			10,78	0809
6	I	19,33	54,047		0900	17,011	0902	44,40	09,80		0904
	2	20,01	09,952		0901	16,945	0903			09,38	0905
7	I	19,35	44,687		0906	17,067	0908	44,20	09,78		1000
	2	19,59	19,408		0907	16,859	0909			09,95	1001
8	I	19,37	35,242		1002	17,[illegible]456	1004	44,00	09,90		1006
	2	19,57	28,925		1003	16,9[illegible]53	1005			10,30	1007
9	I	19,39	25,947		1006	17,076,3	1100	43,40	09,70		1102
	2	19,55	38,453		1009	16,901,5	1101			10,80	1103
10	I	19,41	16,516		1104	17,042,1	1106	43,20	10,48		1108
	2	19,53	47,722		1105	16,985,6	1107			09,48	1109
11	I	19,43	07,259		1200	17,104,3	1202	43,00	10,60		1204
	2	19,51	57,252		1201	16,950,6	1203			09,85	1205
12	I	19,44	58,036		1206	16,939,3	1208	42,40	10,12		1300
	2	19,50	06,837		1207	16,960,6	1209			11,20	1301
13	I				1302		1304				1306
	2				1303		1305				1307
$T_{ср}^{h}$		19,78									
$\sum^{h}$		00,00									
$UT1_{ср}$		19,78									

(ФОРМА 46)

ЗАПУСК ПРОГРАММЫ СЧЕТА ▷ I000

РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫЧИСЛЕНИЯ ЗАПИШИТЕ НИЖЕ

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

ВВОД ДАННЫХ ▷ I006

КОНТРОЛЬ ВВЕДЕННЫХ ДАННЫХ ▷ I005

	Число			КОД
n	1 2			0407′
	h	m	s	
λ_0	0 2,5 0	2 0,1 0 0		0408′
	°	′	″	
φ_0	4 3,4 6	4 8,3 0 X		0409′

	C			ℓ		
№	ЗН	ЧИСЛО	КОД	ЗН	″	КОД
I	+	1,9 9 9	050I′	−	1,4 2 7	0502′
2	+	1,9 9 9	0504′	−	0,0 2 2	0505′
3	+	1,9 9 9	0507′	−	0,2 2 3	0508′
4	+	1,9 9 9	0600′	+	0,7 2 9	060I′
5	+	1,9 9 9	0603′	−	0,7 6 5	0604′
6	+	1,9 9 9	~~0606′~~	−	0,[illegible]7 3	~~0607′~~
7	+	1,9 9 9	0609′	−	0,5 2 3	0700′
8	+	1,9 9 9	0702′	−	0,5 9 5	0703′
9	+	1,9 9 9	0705′	+	0,2 8 3	0706′
I0	+	1,9 9 9	0708′	−	0,6 5 9	0709′
II	+	1,9 9 8	080I′	+	0,4 2 9	0802′
I2	+	1,9 9 8	0804′	+	0,5 5 4	0805′
I3		⋮	0807′		⋮	0808′
I4		⋮	0900′		⋮	090I′
I5		⋮	0903′		⋮	0904′

ЗАПУСК ПРОГРАММЫ СЧЕТА ▷ I007

РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫЧИСЛЕНИЯ

ПОСЛЕ ПЕРВОГО ОСТАНОВА			
	ЗН	″	
У	+	0,1 2 1	→ РгУ
	ЧИСЛО		
P_y	4 7,9 5 X		→ РгХ
ПОСЛЕ ВТОРОГО ОСТАНОВА			
	″		
m_y	0,0 9 3		→ РгУ
μ	0,6 4 6		→ РгХ
ПОСЛЕ ТРЕТЬЕГО ОСТАНОВА			
	h	m	s
λ'	0 2,5 0	2 0,1 1 1	→ РгУ

КОДЫ (′) ОТНОСЯТСЯ К ВД−5024

(ФОРМА 53)

Р Е З У Л Ь Т А Т Ы П Р О В Е Р К И Ж У Р Н А Л А

№№ П/П	З А М Е Ч А Н И Я	ЛИСТ	МЕРЫ ПО УСТРАНЕНИЮ	ИСПОЛНИТЕЛЬ ПОДПИСЬ
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 ЦНИИГАиК, вып.90, 194, 196, 198.

5. Комплекс астрономического универсала АУ-01. Инструкция по эксплуатации АУ-01.00.000 ИЭ. ЦНИИГАиК, 1987, с.181.

6. Комплекс астрономического универсала АУ-01. Техническое описание АУ-01.00.00.000 ТО. ЦНИИГАиК, 1987, с.200.

7. Всемирное время и координаты полюса (окончательные данные). Бюллетень А ГКЕВЭИ Госстандарта РФ.

8. Всемирное время и координаты полюса. Бюллетень Е ГКЕВЭИ Госстандарта РФ.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 2
I. Основные положения 3
2. Подготовка к определению долготы комплексом астрономического универсала АУ-01 7
2.I. 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 I0
4. Вычисление долготы I3
4.I. Список исходных данных и получаемых результатов, их размещение в ОЗУ микроЭВМ I3
4.2. Алгоритм 24
4.3. Руководство оператора 27
4.4. Тест - пример 32
Используемые источники 40

gost.e-ecolog.ru