

ИНСТРУКЦИЯ  
О ПОСТРОЕНИИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЙ  
ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ СЕТИ  
СССР

---

НЕДРА • 1966



# ИНСТРУКЦИЯ О ПОСТРОЕНИИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ СЕТИ СССР

ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ,  
ИСПРАВЛЕННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ

*Обязательна  
для всех ведомств и учреждений,  
выполняющих работы по созданию  
государственной геодезической сети*



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НЕДРА»  
МОСКВА 1966

УДК 528.3 (083.133)

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

§ 1. Государственная геодезическая сеть СССР является главной геодезической основой топографических съемок всех масштабов и должна удовлетворять требованиям народного хозяйства и обороны страны при решении соответствующих научных и инженерно-технических задач.

§ 2. Государственная геодезическая сеть создается методами триангуляции, полигонометрии, трилатерации и их сочетаниями.

В каждом районе построение геодезической сети должно вестись тем методом, который дает наибольшую экономию сил и денежных средств. Исключение из этого правила допускается в случае особой срочности работ.

§ 3. Государственная геодезическая сеть подразделяется на сети 1, 2, 3 и 4 классов, различающиеся между собой точностью измерений углов и расстояний, длиной сторон сети и порядком последовательного развития.

Государственная геодезическая сеть 1 класса, как астрономо-геодезическая сеть, предназначается для научных исследований, связанных с определением формы и размеров Земли и для распространения единой системы координат на всю территорию СССР. Государственные геодезические сети 1 и 2 классов являются основой для развития сетей последующих классов. Государственные геодезические сети 3 и 4 классов являются сетями сгущения.

Построение государственной геодезической сети ведется, как правило, по принципу перехода от общего к частному.

§ 4. Государственная геодезическая сеть 1 класса строится в виде полигонов периметром около 800—1000 км, образуемых триангуляционными или полигонометрическими звеньями длиной не более 200 км, располагаемыми по возможности вдоль меридианов и параллелей.

Звено триангуляции 1 класса состоит из треугольников, близких к равносторонним, или из комбинации треугольников, геодезических четырехугольников и центральных систем. Длины сторон в звеньях триангуляции 1 класса должны быть, как правило, не менее 20 км. На концах звеньев триангуляции 1 класса измеряются базисные



стороны \*. На обоих концах базисных сторон (в вершинах полигонов) определяются пункты Лапласа.

Звено полигонометрии 1 класса должно быть вытянутым и состоять не более чем из 10 сторон длиной порядка 20—25 км. На обоих концах крайних сторон звена (в вершинах полигонов) определяются пункты Лапласа.

§ 5. Средняя квадратическая ошибка измеренных углов на пунктах звеньев триангуляции 1 класса должна быть не более  $\pm 0''{,}7$  (по невязкам треугольников), а на пунктах полигонометрии 1 класса — не более  $\pm 0''{,}4$  (из обработки результатов измерений на станции).

§ 6. Средние квадратические ошибки длин базисных сторон звеньев триангуляции 1 класса не должны превышать 1 : 400 000, а длин сторон полигонометрических звеньев 1 класса 1 : 300 000 (из обработки результатов измерений на станции).

Измерение базисных сторон в звеньях триангуляции и сторон в полигонометрии 1 класса производят прецизионным светодальномером.

В отдельных случаях:

а) измерение длин базисных сторон может производиться первоклассным базисным прибором Едерина;

б) вместо базисных сторон могут определяться выходные стороны из базисных сетей, в которых базисы измеряются первоклассным базисным прибором Едерина с ошибкой не более 1 : 1 000 000. Ошибка вычисленных выходных сторон не должна превышать 1 : 400 000.

§ 7. На пунктах Лапласа средние квадратические ошибки определений не должны превышать: в астрономической широте  $\pm 0''{,}3$ , долготе  $\pm 0^s{,}03$  и азимуте  $\pm 0''{,}5$ .

Ошибки определений вычисляют по результатам измерений на станции с учетом в долготе ошибки личной разности.

§ 8. В отдельных районах взамен полигонов, образованных звеньями триангуляции или полигонометрии 1 класса, может строиться сплошная сеть триангуляции 1 класса. Длина сторон в сплошных сетях 1 класса устанавливается в зависимости от физико-географических условий и заданной плотности пунктов, но она, как правило, не может быть меньше 20 км.

Сплошные сети триангуляции или полигонометрии 1 класса в необходимых случаях могут строиться в полигонах, образованных в соответствии с указаниями § 4.

Базисные стороны и пункты Лапласа в сплошных сетях 1 класса определяются примерно через 10 сторон.

В сетях 1 класса точность измеренных углов, сторон и астрономических определений должна соответствовать требованиям, указанным в § 5, 6 и 7.

---

\* Базисной стороной называется сторона триангуляции, измеренная непосредственно базисным прибором Едерина или светодальномером. Базисная сторона заменяет выходную сторону базисной сети.



§ 9. Государственная геодезическая сеть 2 класса строится в виде триангуляционных сетей, сплошь покрывающих треугольниками полигоны, образованные звеньями триангуляции или полигонометрии 1 класса.

Стороны треугольников в сети 2 класса могут иметь длину от 7 до 20 км. Выбор длин сторон треугольников в каждом отдельном случае должен быть обоснован.

Длины сторон в сети 2 класса могут увеличиваться в тех случаях, когда отдельные участки сети будут совпадать со значительными труднопроходимыми болотами, водными пространствами, высокими горами и районами с подвижными (незакрепленными) песками.

Построение государственной геодезической сети 2 класса методом полигонометрии в каждом отдельном случае производится по особо разрабатываемой программе.

§ 10. Средняя квадратическая ошибка измеренных углов на пунктах сети 2 класса не должна превышать  $\pm 1''{,}0$  (в триангуляции по невязкам треугольников, а в полигонометрии по невязкам замкнутых фигур).

§ 11. Базисные стороны в сплошных сетях триангуляции 2 класса должны располагаться равномерно и не реже чем через 25 треугольников; при этом одна базисная сторона должна быть расположена примерно в середине полигона.

Относительная ошибка базисных сторон должна быть не более 1 : 300 000, а сторон в полигонометрической сети — 1 : 250 000 (из обработки материалов на станции).

§ 12. В сети 2 класса пункты Лапласа определяют на концах базисной стороны или стороны полигонометрической сети, находящейся в середине полигона. Точность определения астрономических широт, долгот и азимутов должна удовлетворять требованиям § 7.

§ 13. Пункты государственных сетей триангуляции 3 и 4 классов определяются относительно пунктов высших классов вставкой жестких систем \* или отдельных пунктов. Длины в сетях триангуляции 3 класса 5—8 км, а в сетях 4 класса 2—5 км. Во всех случаях расстояния между пунктами, не связанными измеренными направлениями, принадлежащими смежным системам, должны быть в сетях 3 класса не меньше 4 км и в сетях 4 класса не меньше 3 км. Определение пунктов в сетях 3 класса должно производиться, как правило, вставкой систем.

При построении сетей 3 и 4 классов методом полигонометрии определение пунктов соответствующего класса производится проложением систем или одиночных ходов, опирающихся на пункты высшего класса. При этом между узловыми пунктами, а также между узловыми и исходными пунктами должно быть не более 2 точек поворота. Наименьшая сторона хода 3 класса — 3 км, 4 класса — 2 км.

---

\* В общем случае под жесткой системой понимается такое построение сети, при котором вновь определяемые пункты имеют связи со всеми ближайшими пунктами высшего и того же класса.



Если расстояния между пунктами, принадлежащими разным ходам, окажутся в сети 3 класса менее 4 км, а 4 класса менее 3 км, то должна предусматриваться их взаимная связь.

§ 14. Измерение углов на пунктах 3 и 4 классов должно производиться со средней квадратической ошибкой: в сетях 3 класса не более  $\pm 1''{,}5$ , в сетях 4 класса не более  $\pm 2''{,}0$  (по невязкам треугольников или замкнутых фигур)\*. Средние квадратические ошибки измерения длин полигонометрических ходов 3 класса могут быть не более 1 : 200 000 и 4 класса не более 1 : 150 000 (по результатам измерений на станции)\*\*.

§ 15. Если сети 3 или 4 классов развиваются на малых участках как изолированные сплошные триангуляционные сети, то в них измеряются базисные стороны через 20—25 треугольников, но не менее двух базисных сторон. Средняя квадратическая ошибка базисных сторон должна быть не более 1 : 200 000.

Полигонометрические сети 3 и 4 классов в этом же случае строятся полигонами периметром: в сетях 3 класса не более 60 км, 4 класса не более 35 км.

Связь изолированных сетей с сетями высших классов осуществляется при развитии последних.

§ 16. Построение государственной геодезической сети 1 и 2 классов должно вестись по единому перспективному плану и в принятой очередности.

При построении сети 1 и 2 классов должна быть обеспечена взаимная увязка их в единое целое и не должны допускаться разрывы между сетями смежных районов или звеньями и сетями, если они находятся от вновь проектируемых сетей ближе 50 км.

В полигонах, по размерам близких к нормальному, если сеть 2 класса покрывает больше его половины, должно предусматриваться покрытие в ближайшее время остальной части полигона сетями 1 и 2 класса.

§ 17. Высота каждого пункта государственной геодезической сети должна быть определена из геометрического или тригонометрического нивелирования.

§ 18. На каждом пункте государственной геодезической сети должны устанавливаться по 2 ориентирных пункта с подземными центрами на расстоянии от 500 до 1000 м (в лесу не ближе 250 м).

Ориентирные пункты должны быть видны в теодолит, установленный на штативе над центром знака.

В отдельных случаях одним из ориентирных пунктов может быть принят хорошо видимый с земли до основания геодезический знак или местный предмет (шпиль башни, колокольня, мечеть и т. д.), расположенный не далее 3 км от пункта государственной геодезической сети. Углы между примычными сторонами сети

\* В треугольниках триангуляции всех классов измеряют все три угла.

\*\* В отдельных случаях для сторон полигонометрии 3 и 4 классов, длины которых близки к наименьшим, относительная ошибка может быть допущена соответственно 1 : 150 000 и 1 : 100 000.



и направлениями на ориентирные пункты следует измерять со средней квадратической ошибкой не более  $\pm 2''$ ,5.

§ 19. Построение государственной геодезической сети методом трилатерации ведется по схеме и программе, разрабатываемой в каждом отдельном случае с учетом физико-географических и других условий района работ.

§ 20. Для обоснования топографических съемок устанавливаются следующие нормы плотности пунктов государственной геодезической сети:

для съемок в масштабах 1 : 25 000 и 1 : 10 000 — 1 пункт на 50—60 км<sup>2</sup>;

для съемок в масштабах 1 : 5000 — 1 пункт на 20—30 км<sup>2</sup>;

для съемок в масштабах 1 : 2000 и крупнее — 1 пункт на 5—15 км<sup>2</sup>.

Норма плотности 1 пункт на 50—60 км<sup>2</sup>, как правило, создается построением сетей 1, 2 и 3 классов.

В труднодоступных районах плотность пунктов государственной геодезической сети может быть уменьшена в зависимости от местных условий и требований, но не более чем в 1,5 раза.

Съемки в указанных выше масштабах на незначительных участках разрешается ставить только на съемочном обосновании, т. е. без развития государственной геодезической сети.

Конкретные указания по нормированию плотности пунктов государственной геодезической сети даются в действующих инструкциях по производству топографических съемок.

В районах труднодоступных болот Западно-Сибирской низменности и высоких гор, покрытых вечным снегом, плотность пунктов государственной геодезической сети устанавливается в каждом отдельном случае при разработке технического проекта.

§ 21. На территории городов, имеющих не менее 100 000 жителей или занимающих территорию в пределах городской черты не менее 50 км<sup>2</sup>, государственная геодезическая сеть проектируется так, чтобы 1 пункт приходился в среднем на 5—15 км<sup>2</sup>, а в том случае, если к началу работ сеть в городе уже развита, то она должна быть надежно включена в общегосударственную геодезическую сеть.

§ 22. В тех случаях, когда это окажется выгодным в технико-экономическом отношении в данном районе работ, разрешается:

а) плотность государственной геодезической сети при норме один пункт на 50—60 км<sup>2</sup> и более создавать только сетями 2 класса;

б) при отсутствии пунктов 1 и 2 классов плотность 1 пункт на 20—30 км<sup>2</sup> создавать только сетями 3 класса.

в) при отсутствии пунктов 1, 2 и 3 классов плотность 1 пункт на 5—15 км<sup>2</sup> создавать только сетями 4 класса;

г) при наличии пунктов 1 и 2 классов плотность 1 пункт на 5—15 км<sup>2</sup> создавать сетями 4 класса, минуя сети 3 класса.

Указания пунктов б) и в) настоящего параграфа распространяются на случаи, когда площадь геодезического обоснования не превышает 3000 км<sup>2</sup>. Построенные сети 3 и 4 классов подлежат привязке

к сети высшего класса при производстве работ на смежных участках.

§ 23. Пункты государственной геодезической сети закрепляются особо надежными подземными сооружениями (центрами), конструкция которых указана в разделе III настоящей инструкции.

§ 24. Линейные измерения в государственной геодезической сети должны быть отнесены к длине трехметровой жезла № 541 или № 613, ежегодно сравниваемого с метром — эталоном СССР № 28.

§ 25. Государственные геодезические сети до их уравнивания должны быть отнесены на поверхность референц-эллипсоида Красовского, для чего вводятся соответствующие редукции в длины измеренных линий и в углы в сетях 1 и 2 классов, а в необходимых случаях и в сетях низших классов.

§ 26. Все государственные геодезические сети подлежат уравниванию в течение года, следующего за годом завершения сети на каждом участке.

Окончательные координаты пунктов государственной геодезической сети вычисляются в кратчайший срок после того, как сети 1 или 2 классов будут полностью покрывать полигон астрономо-геодезической сети и пункты которого имеют координаты, вычисленные при совместном уравнивании астрономо-геодезической сети.

Если геодезические сети не покрывают полностью полигона астрономо-геодезической сети или они уравниваются внутри полигона, не участвовавшего в совместном уравнивании астрономо-геодезической сети, то координаты пунктов уравниваемой сети считаются предварительными.

Новое уравнивание астрономо-геодезической сети должно быть осуществлено в течение 2—3 лет после завершения астрономо-геодезической сети. В это уравнивание необходимо включить звенья триангуляции, полигонометрии и сплошные сети 1 класса, модернизированные основные ряды 2 класса, а также в подходящей форме, завершённые к началу уравнивания астрономо-геодезической сети сплошные сети 2 класса, построенные по основным положениям 1954 г. и по требованиям настоящей инструкции.

Общее уравнивание астрономо-геодезической сети и уравнивание сетей 2, 3 и 4 классов производится в соответствии с указаниями особых наставлений.

§ 27. Каталоги координат пунктов государственной геодезической сети составляют и издаются в установленном порядке.

§ 28. Для обеспечения ряда инженерных работ, требующих особо высокую точность геодезической сети или если она должна быть специфического построения, разрешается строить сети специального назначения по программе, разрабатываемой для каждого отдельного случая.

§ 29. Триангуляции 2, 3 и 4 классов, построенные в соответствии с «Основными положениями 1939 г.», перекрываются новой сетью только в том случае, если их точность и плотность пунктов не удовлетворяет требованиям предстоящих топографо-геодезических работ.



В отдельных случаях плотность пунктов может быть увеличена до необходимой вставкой дополнительных пунктов требуемой точности.

§ 30. Центры государственной геодезической сети всех классов и ориентирные пункты подлежат регулярному осмотру в соответствии с Постановлением Совета Министров СССР от 4 декабря 1951 г. № 4948. При каждом осмотре должно производиться восстановление наружного оформления пунктов.

В случае уничтожения ориентирных пунктов последние, как правило, определяют заново.

§ 31. Ответственными исполнителями угловых и линейных измерений, астрономических и гравиметрических определений должны быть инженеры-геодезисты и как исключение — техники-геодезисты, прошедшие стажировку на соответствующих работах.

## II. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РЕКОГНОСЦИРОВКА ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

§ 32. Построение государственной геодезической сети должно производиться по техническим проектам, разрабатываемым до начала полевых работ в соответствии с настоящей инструкцией. Указанные технические проекты составляются, согласовываются и утверждаются в установленном порядке.

§ 33. Проектирование государственных геодезических сетей включает следующие стадии работ:

а) изучение задания на проектирование геодезической сети и особых требований, которые должны быть выполнены при ее построении;

б) детальное изучение района предстоящих геодезических работ по топографическим и специальным картам наиболее крупного масштаба и литературным источникам, а также по материалам геодезического обследования, которое должно быть проведено до начала проектирования;

в) выбор метода построения геодезической сети в данном районе и его экономическое обоснование;

г) изыскание варианта построения геодезической сети и ее отдельных частей, обеспечивающего минимальные высоты геодезических сигналов;

д) разработка предложений и мероприятий, содействующих успешному выполнению отдельных видов работ. Особое внимание должно быть уделено выбору: конструкции геодезических сигналов для безлесных и высокогорных районов, конструкции центров, длин сторон сети, наиболее благоприятных для угловых и линейных измерений, а также направлений для определения астрономических азимутов и измерения базисных сторон.

§ 34. Проект государственной геодезической сети разрабатывается на топографических картах с учетом материалов ранее проложенных геодезических сетей, данных о физико-географических

и экономических условиях района предстоящих работ и результатов геодезического обследования. Как правило, проект геодезической сети составляют на листах топографической карты масштаба 1 : 100 000. Топографические карты более крупных масштабов используют для разработки отдельных частей проекта и для расчета высот геодезических знаков.

При проектировании государственной геодезической сети необходимо руководствоваться следующими общими положениями.

1. В геодезических сетях должна обеспечиваться надлежащая жесткость, что должно найти отражение в надежных связях определяемых пунктов с окружающими пунктами того же и высшего класса.

2. Учитывать топографические требования к геодезической сети 2 и последующих классов в отношении примерной равномерности расположения пунктов и в использовании для них командных точек местности.

3. В рядах триангуляции 1 класса углы треугольников должны быть не менее  $40^\circ$ ; в геодезических четырехугольниках и центральных системах — не менее  $30^\circ$ . Ошибка геометрической связи звена (обратного веса) не должна превышать 100 единиц в шестом знаке логарифма.

Обратные веса отдельных фигур необходимо вычислять по следующим формулам:

для треугольников

$$\frac{1}{p} = \frac{4}{3} (\delta_A^2 + \delta_B^2 + \delta_A \cdot \delta_B),$$

для четырехугольников и центральных систем

$$\frac{1}{p} = \sum (\delta_A^2 + \delta_B^2 + \delta_A \cdot \delta_B).$$

В указанных формулах  $\delta_A$  и  $\delta_B$  — изменения логарифмов синусов связующих углов, соответствующие изменению угла на  $1''$  и выраженные в единицах 6-го знака логарифма.

В сплошных сетях триангуляции 2—4 классов в отдельных случаях величина углов может достигать  $20^\circ$  (между направлениями данного класса), если это дает возможность снизить высоты геодезических сигналов.

4. В звеньях триангуляции 1 класса, в которых число треугольников больше 20, в середине звена измеряется базисная сторона и на ее концах определяются пункты Лапласа. В звеньях полигонометрии 1 класса, в которых число сторон более 10, определяются пункты Лапласа на концах одной из сторон, находящейся примерно в середине звена.

5. В рядах и сетях триангуляции вместо базисных сетей проектируются базисные стороны. Базисные сети могут проектироваться как исключение.



Местоположение базисной сети или базисной стороны должно обеспечивать возможность развития на ее основе рядов и сетей триангуляции по всем необходимым направлениям.

Базисные сети проектируются, как правило, в виде простого или двойного ромба. Сумма углов при длинной диагонали ромба должна быть не менее  $36^\circ$ . В базисной сети предвычисленный обратный вес выходной стороны, выраженный в единицах 6-го знака логарифма, должен быть не более 10 (приложение 1).

При проектировании базисной стороны или базисной сети должна быть предусмотрена высотная привязка пунктов базисной стороны или базиса от ближайших пунктов государственной нивелирной сети.

6. Полигонометрические звенья 1 класса не должны иметь больших изломов. Направления сторон полигонометрического звена, как правило, не должны уклоняться от направления замыкающей звена более чем на  $20^\circ$ . Отдельные пункты полигонометрического звена не должны уклоняться от замыкающей более чем на 20 км.

7. В местах пересечения звеньев триангуляции или полигонометрии 1 класса должны образовываться узловые фигуры так, чтобы ближайшие к узлу пункты, принадлежащие смежным звеньям и удаленные один от другого не более чем на 25—30 км, имели между собой геодезическую связь.

8. На пунктах триангуляции и полигонометрии 1 класса высота визирного луча над препятствиями должна быть в южных и степных районах не менее 4—6 м, а в северных и восточных районах не менее 2—3 м.

В сетях 2—4 классов должна обеспечиваться взаимная видимость по линии: визирная цель (отражательная установка) — место установки угломерного инструмента или дальномера.

9. В сплошных сетях триангуляции диагональные направления, как правило, не проектируют.

10. Звенья триангуляции и полигонометрии 1 класса могут быть заменены сплошными сетями триангуляции или полигонометрии 2 классов, исполненными или подлежащими исполнению в ближайшее время. Указанные звенья могут заменяться также исполненными ранее основными рядами 2 класса, в которых средняя квадратическая ошибка измеренных углов не превышает  $\pm 1'',0$ , и если в рядах будут измерены базисные стороны и определены пункты Лапласа — не реже чем через 7 треугольников.

11. Связи проектируемых геодезических сетей с ранее созданными сетями по основным положениям 1939 г. осуществляются посредством совмещения пунктов проектируемой сети с пунктами старшего класса исполненной сети.

На границах полигонов астрономо-геодезической сети должна обеспечиваться связь вновь проектируемой сети 2 класса не только с пунктами 1 класса, но и надежная связь с ранее построенной сетью 2 класса, т. е. на границах полигонов 1 класса сплошность построения сети 2 класса не должна нарушаться.

12. Предусматривать возможности дальнейшего развития геодезических сетей.

13. Принципиальные схемы построения государственных геодезических сетей показаны на рис. 1, 2, 3, 4 и 5 (приложение 2).

§ 35. Проектирование государственной геодезической сети должно завершаться рекогносцировкой, которую выполняет инженер-геодезист или техник, имеющий надлежащую подготовку и опыт рекогносцировочных работ.

Главной задачей рекогносцировки является изыскание наиболее выгодного варианта построения и окончательный выбор местоположения пунктов геодезической сети. Рекогносцировщик при выполнении порученного ему задания должен руководствоваться требованиями, изложенными в § 33 и 34, и следующими указаниями:

1. Места расположения пунктов должны обеспечивать долговременную сохранность центров и наружных знаков, а также безопасность и удобство выполнения работ по постройке и наблюдениям, т. е. пункты должны выбираться на вполне устойчивом грунте, в стороне (не ближе чем на расстоянии двойной высоты знака) от железных и автогужевых дорог, всякого рода строений, телефонных и телеграфных линий. Удаленность пунктов от линии тока высокого напряжения должна быть не менее 120 м. При выборе пунктов вблизи аэродромов должны соблюдаться соответствующие правила Главного управления гражданского воздушного флота.

Если по каким-либо причинам пункт новой сети не совмещается с пунктом ранее развитой сети, находящимся ближе 250 м, то центр старого пункта уничтожают.

2. Высота знака должна устанавливаться только после осмотра местности на пункте или вблизи пункта с высоты, примерно равной высоте проектируемого сигнала, или на основе расчетов по карте, или после инструментального определения профиля местности между пунктами.

3. Линию базиса или базисную сторону для измерения базисным прибором Едерина следует выбирать на ровной открытой местности, а при невозможности этого — на местности, требующей минимального количества работ по подготовке базисной стороны или базиса к измерению.

Уклон измеряемой линии не должен превышать  $1/20$ ; уклон отдельных участков базиса не должен превышать  $1/10$ , уклон отдельных пролетов в исключительных случаях может достигать  $1/6$ . Препятствия по линии базиса в виде оврагов, рек, непроходимых болот и т. п. должны иметь ширину не более 20 м. В случае невозможности избежать заболоченных участков выбирают направления с наилучшей проходимостью, обеспечивающие возможность забивки кольев под ножки штативов или забивки свай, замещающих штативы, с устройством помостов вокруг них. Во всяком случае рекогносцировщик обязан установить объем работ по подготовке линии к измерению. В сложных условиях местности разрешается измерять



базисную сторону (базис) по ломаной линии. Ломаная линия должна удовлетворять следующим условиям:

- а) профиль каждого отрезка должен соответствовать указанным выше условиям;
- б) коэффициент изломанности должен быть возможно меньшим и во всяком случае не превосходить  $1/10$  для базисной стороны и  $1/15$  — для базиса;
- в) число точек излома должно быть для базиса не более 3, а для базисных сторон не более 6.

**Примечание.** Коэффициент изломанности  $q$  определяется по формуле  $q = \frac{\sqrt{[h'^2]}}{S}$ , где  $S$  — длина замыкающей, а  $h'$  вычисляются по формуле  $h' = h_i - \frac{[h]}{n+1}$ , где  $h_i$  — расстояние от вершины ломаной с номером  $i$  до замыкающей, считаемое в одну сторону от замыкающей со знаком плюс, а в другую — со знаком минус;  $n$  — число прямолинейных отрезков ломаной.

При измерении базисной стороны светодальномером разрешается иметь одну точку излома, которая не должна уклоняться от створа более чем на 2 км.

4. При рекогносцировке пунктов, на которых должны выполняться астрономические определения, необходимо указать места постановки столбов для астрономических наблюдений. Эти столбы следует намечать от центра пункта на расстоянии, примерно равном высоте знака, но не далее 50—60 м. Местность между астрономическим столбом и центром знака должна быть удобна для линейных измерений.

5. Места расположения пунктов в лесу обозначают затесами условной формы на деревьях; в открытых районах — столбом или вехой, вокруг которых насыпают курганы высотой 0,75—1,0 м.

В безлесных районах места пунктов отмечают только курганом, высота которого должна быть 1,5 м.

6. Название пункта должно совпадать с наименованием ближайшего селения, урочища, реки и т. д.

Если нескольким смежным пунктам сети приходится присваивать названия по наименованию одного и того же объекта, эти названия должны сопровождаться указанием на ориентировку по странам света (например, «Степановка Вост.», «Степановка Зап.» и т. д.). Однако таких случаев по возможности следует избегать.

Транскрипция названий применяется та, которая употребляется на топографических картах или в официальных документах (впоследствии, помимо названия, пункту может присваиваться номер, имеющийся на монолите или марке центра).

Новому пункту, совмещенному с существующим, присваивается название последнего, если это не противоречит приведенным выше требованиям данного параграфа.

7. По мере выполнения рекогносцировки все необходимые сведения и данные с исчерпывающей ясностью и полнотой заносятся

в рекогносцировочный журнал (приложение 3), а также составляется схема расположения пунктов геодезической сети на карте.

**Примечание.** Если рекогносцировка пунктов и постройка знаков на них производится одним и тем же лицом и в один и тот же сезон, то вести рекогносцировочный журнал необязательно.

§ 36. После выполнения рекогносцировки представляются следующие документы:

1. Схема сети в масштабе 1 : 500 000 — для звеньев триангуляции и полигонометрии 1 класса; схема в масштабе 1 : 50 000—1 : 300 000 — для сетей 2, 3 и 4 классов. На схеме должны быть показаны: названия пунктов и запроектированные высоты знаков, направления, подлежащие наблюдениям (включая направления на пункты, которые должны быть привязаны к новой сети), базисные стороны (базисные сети), астропункты, нивелирные марки и реперы и проектируемые линии нивелирования, необходимые для привязок по высоте пунктов базисных сторон или базисов, и разграфка на листы карты масштаба 1 : 100 000 или 1 : 25 000.

В треугольниках звена триангуляции 1 класса на схеме подписывается значение обратного веса.

2. Карта в масштабе 1 : 50 000—1 : 500 000 с показом отрекогносцированных пунктов геодезической сети.

3. Схемы базисных сетей в масштабе 1 : 100 000 с указанием расположения астрономических пунктов. На схемах подписываются: значения всех углов базисной сети и предвычисленные относительные ошибки выходных сторон.

4. План и профиль полосы местности вдоль линий базисов или базисных сторон в масштабе 1 : 25 000—1 : 50 000 (полоса шириной 100 м).

5. Журналы рекогносцировки.

6. Сведения о центрах исходных пунктов и об их состоянии, а также сведения о пунктах старых сетей, подлежащих совмещению с пунктами новой геодезической сети.

7. Краткая объяснительная записка к проекту геодезической сети, в которой приводятся следующие сведения:

- а) административная принадлежность района работ;
- б) физико-географические условия района работ;
- в) населенные пункты;
- г) средства сообщения и связи;
- д) условия найма рабочих и транспорта в районе работ;
- е) техническое обоснование проекта;
- ж) предложения по организации работ.

§ 37. Все принципиальные изменения утвержденного технического проекта государственной геодезической сети, выявившиеся в процессе исполнения проекта на местности, подлежат согласованию с учреждением, утвердившим проект, а частные изменения — с главными инженерами (начальниками) учреждений, которым непосредственно подчинены полевые отряды или экспедиции.

### III. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПОСТРОЙКЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ЗНАКОВ И ТИПЫ ЦЕНТРОВ

§ 38. Для угловых и линейных измерений над центрами пунктов строят геодезические знаки, представляющие собой сооружения, имеющие приспособление для установки инструментов и визирные цели. При постройке знаков следует выполнять указания действующего «Руководства по постройке геодезических знаков».

§ 39. Геодезические знаки строят следующих типов: тур, пирамида, простой сигнал, сложный сигнал. Сигналы высотой от 11 до 40 м строят трехгранными.

Конструкция геодезических знаков и основные размеры деталей и узлов приведены в «Руководстве по постройке геодезических знаков».

При постройке знаков следует обращать особое внимание на подгонку венцов, крестовин и других деталей, а также на крепление деталей коваными гвоздями.

§ 40. Глубина ям для столбов геодезических знаков в районах сезонного промерзания грунта не должна быть менее:

1,0 м для простых пирамид;

1,5 м для простых сигналов;

для сложных сигналов высотой до 25 м (включительно) — 2,0 м для основных и 1,5 м для промежуточных столбов;

для сложных сигналов выше 25 м — 2,5 м для основных столбов и 2,0 м для промежуточных столбов.

На побережьях северных морей и океанов глубина ям для сложных сигналов должна быть увеличена на 50%.

На нижней части основных и промежуточных столбов должны быть устроены якоря площадью 0,6 кв. м для знаков высотой до 10 м и 1,0 кв. м для знаков бóльшей высоты. Основные столбы необходимо устанавливать на прочные плиты (помосты), уложенные на дно ям.

В скалистых грунтах допускается уменьшение глубин ям для основных столбов, но в этом случае для обеспечения устойчивости знака должны быть приняты другие меры, устанавливаемые в каждом случае начальником партии, как-то: двойные наземные венцы и завалка их камнями, цементирование основных столбов в ямах и т. п.

§ 41. Визирные цели знаков должны строиться в виде цилиндров с радиально направленными пластинами и иметь следующие размеры:

а) для сети 1 класса, при сторонах сети до 40 км — высота 1,0 м, диаметр 0,5 м, при сторонах сети более 40 км конструкцию и размеры визирной цели устанавливают в техническом проекте;

б) для сетей 2, 3 и 4 классов — соответственно 0,6 м и 0,3 м, при этом над визирным цилиндром должен выступать шпиль высотой 0,6 м и диаметром 0,08 м.



Визирные цилиндры должны быть симметричны относительно геометрической оси, установлены строго вертикально и окрашены матовой масляной краской черного или белого цвета.

Расстояние от крыши сигнала до нижней границы визирной цели должно быть 0,8—1,0 м.

§ 42. В тех случаях, когда это экономически выгодно, разрешается вместо постоянных знаков применять металлические или деревянные переносные знаки. По особому указанию на месте снятых переносных знаков устанавливаются опознавательные пирамиды.

§ 43. Геодезические знаки должны быть настолько жесткими, чтобы с них можно было проводить наблюдения при ветре до 5 м/сек.

Инструментальный столик и внутренняя пирамида знака должны быть сделаны прочно, и вся внутренняя пирамида должна быть изолирована от лестниц и пола для наблюдателя.

§ 44. Лестницы для подъема на знак необходимо изготавливать из хорошего материала, прочно: шпонки должны быть врезаны и прибиты с обоих концов гвоздями, на поворотах лестниц должны быть площадки, огражденные перилами.

§ 45. При постройке знака следует соблюдать следующее требование: основные столбы знака не должны находиться в створе линии базиса и по возможности не должны закрывать направлений на смежные пункты.

§ 46. Столбы для астрономических определений складывают из кирпича или камня на цементном растворе, в исключительных случаях допускается ставить деревянные столбы.

§ 47. Сигналы и центры после их постройки должны быть осмотрены и приняты начальником строительной партии.

Каждый построенный знак сдается местным органам в порядке, предусмотренном «Инструкцией об охране геодезических знаков».

§ 48. На пунктах геодезической сети в зависимости от физико-географических условий закладывают центры, конструкция которых указана в § 49—57.

Область применения различных типов центров на территории СССР указана на схеме, приведенной в приложении 4.

При изготовлении и закладке центров пунктов геодезической сети должно быть обеспечено хорошее качество бетона, надежная изоляция частей центра от коррозии, заполнение труб бетонным раствором, тщательная утрамбовка грунта при засыпке котлованов и надлежащее наружное оформление места закладки центра.

Центры устанавливают так, чтобы оси марок находились на одной отвесной линии.

Если марки не имеют номера, то у бетонных центров на верхней грани пилона (при его изготовлении) ставится порядковый номер при помощи металлического трафарета с выпуклыми цифрами.

Типы марок, заделываемые в бетонные блоки или трубы центров, показаны на рис. 7 (см. приложение 5).

§ 49. Центр пункта геодезической сети, закладываемый в районах с неглубоким промерзанием грунта (до 1,5 м), состоит из трех частей (см. рис. 1, приложение 5):

а) нижнего центра в виде бетонного монолита размером  $25 \times 25 \times 20$  см с заделанной в него маркой;

б) бетонного якоря в виде плиты размером  $60 \times 60 \times 20$  см;

в) бетонного пилона размером нижнего основания  $35 \times 35$  см, верхнего основания  $20 \times 20$  см, и высотой 130 см с заделанной в верхнюю его грань маркой. Пилон соединяется с якорем цементным раствором.

Над центром устанавливают опознавательный бетонный столб сечением  $12 \times 12$  см, высотой 70 см, верхняя часть которого должна на 10 см выступать над землей. На верхней грани столба при помощи металлического трафарета следует нанести изображение серпа и молота.

**Примечание.** В районах с сухими грунтами и глубоким залеганием грунтовых вод разрешается закладывать центры типа 1 и при большей глубине промерзания грунта.

§ 50. Центр пункта геодезической сети, закладываемый в районах с глубоким промерзанием грунта (свыше 1,5 м), состоит из трех частей (см. рис. 2, приложение 5):

а) нижнего центра в виде бетонного монолита размером  $25 \times 25 \times 20$  см с заделанной в него маркой;

б) бетонного якоря в виде плиты размером  $60 \times 60 \times 20$  см с выемкой в середине сечением  $20 \times 20$  см и глубиной 15 см;

в) железобетонного пилона сечением  $18 \times 18$  см с заделанной в верхнюю его грань маркой, соединенного с якорем цементным раствором.

Над центром устанавливают бетонный опознавательный столб.

§ 51. В труднодоступных районах с сезонным промерзанием грунта разрешается бетонные центры заменять трубчатыми с металлическим или бетонным якорем (см. рис. 3, приложение 5). Сторона квадрата металлического якоря — 50 см при толщине 6—8 мм, размеры бетонного якоря —  $50 \times 50 \times 20$  см. Нижним центром при использовании металлического якоря служит металлическая пластинка размером  $20 \times 20$  см и толщиной 5—6 мм с приваренной к ней маркой, при использовании бетонного якоря — бетонный монолит размерами  $20 \times 20 \times 15$  см с маркой в верхней части. Верхний конец трубы с приваренной к нему маркой должен располагаться на 50 см ниже поверхности земли.

Якорь необходимо закладывать на 50 см ниже наибольшей глубины промерзания грунта.

При закладке центра с якорем в виде металлической пластинки последнюю закладывают в грунт с ненарушенной структурой.

§ 52. Центр, закладываемый в скальную породу выходящую на земную поверхность или залегающую на глубине до 0,6 м, состоит

из марки, закрепленной цементным раствором в скале, и установленного над ней бетонного опознавательного столба (см. рис. 4, а, приложение 5).

Перед закладкой марки верхняя разрушенная часть скальной породы удаляется.

При залегании неразрушенной скальной породы на глубине 60—80 см центр состоит из марки, заделанной на цементном растворе в скалу, и расположенного над ней бетонного монолита размером 50 × 50 × 20 см с маркой в верхней грани; над монолитом устанавливают бетонный опознавательный столб (см. рис. 4, б, приложение 5).

При залегании скальной породы на глубине 80—180 см центр состоит из марки, заделанной в скалу, и расположенного над ней бетонного якоря размером 50 × 50 × 20 см с выемкой, в которой на цементном растворе закрепляется железобетонный пилон сечением 18 × 18 см с маркой в верхней грани; над центром устанавливают бетонный опознавательный столб (см. рис. 4, в, приложение 5).

§ 53. Центр пункта геодезической сети, закладываемый бурением в районах распространения многолетней мерзлоты («вечной» мерзлоты), состоит из трубы диаметром 60 мм, толщиной стенок не менее 3 мм и многодискового якоря диаметром 145 мм (см. рис. 5, а, приложение 5). Якорь состоит из металлического диска и 8 полудисков толщиной 6—8 мм, привариваемых к нижней части трубы. К верхнему концу трубы приваривается марка. Основание якоря должно располагаться на 2 м ниже наибольшей глубины оттаивания грунта, а верхний конец трубы — на уровне поверхности земли.

Центр, закладываемый в скважину, протаиваемую горячим паром, состоит из металлической трубы диаметром 60 мм, к нижнему концу которой приварен или прикреплен при помощи муфты и болта однолопастный винтовой якорь диаметром 35 см и толщиной 5—6 мм, при шаге винта 7—8 см (см. рис. 5, б, приложение 5).

К верхнему концу трубы приваривается марка. Основание трубы должно располагаться на 1 м ниже наибольшей глубины оттаивания грунта, а ее верхний конец — на уровне земной поверхности. Закладка центров в протаянные паром скважины допускается к северу от линии Воркута — Новый Порт — Хантайка (на р. Енисей) — Сунтар (на р. Вилюй) — Олекминск — Алдан — Аян.

При наличии в грунте каменистых включений, затрудняющих бурение, а также в южной части области многолетней мерзлоты, где температура последней близка к 0° и где не разрешается проводить протаивание грунта паром, следует закладывать центры в котлованы. В этом случае применяют трубчатые центры с металлическими (см. рис. 5, в, приложение 5) или бетонными якорями (см. рис. 5, г, приложение 5). Диаметр металлического якоря 35 см при толщине 5—6 мм, размеры бетонного якоря 35 × 35 × 15 см. Нижним центром при использовании металлических якорей служит



металлическая плитка размером  $20 \times 20$  см и толщиной 5—6 мм с приваренной к ней маркой; при использовании бетонных якорей — бетонный монолит размером  $20 \times 20 \times 15$  см с заделанной в него маркой. Глубину закладки центра устанавливают с таким расчетом, чтобы основание якоря находилось на 1 м ниже наибольшей глубины оттаивания грунта. Верхний конец должен располагаться на уровне земли.

Вокруг верхнего конца труб центров всех типов, указанных в настоящем параграфе, устраивается деревянный сруб  $70 \times 70 \times 20$  см, заполняемый углем, камнями и т. п.

Над центром делают курган из мха или торфа высотой 0,5 м, который одерновывают или, при отсутствии дерна, покрывают слоем земли толщиной 15—20 см. Все металлические части центров должны быть покрыты десятью слоями перхлорвинилового лака.

§ 54. В районах сыпучих песков закладывают центры трубчатого типа путем их завинчивания. В незакрепленных (барханных) песках трубы завинчивают на глубину 8 м, в закрепленных — 6 м. Выступающая над поверхностью песка часть трубы должна быть не более 0,8 м. Диаметр трубы в обоих случаях 60 мм, толщина стенок не менее 4 мм.

§ 55. При закладке центров в засоленных грунтах для изготовления монолитов должен применяться плотный бетон (300—330 кг цемента на 1 куб. м бетона). Поверхность монолитов покрывается коррозионными материалами (этинолом, перхлорвиниловым лаком, хлориновой тканью, эпоксидным лаком) или, в крайнем случае, трехслойной битумной изоляцией. В условиях особо агрессивных грунтов (соры, солончаки) центры следует изготовлять из винипластовых труб диаметром 65—80 мм, фаолитовых труб диаметром 80—100 мм и других подобных материалов. В этом случае якорь и нижний центр делают из пластмассовых пластин размером соответственно  $40 \times 40$  см и  $25 \times 25$  см; марки изготовляют из тех же материалов.

§ 56. Центр ориентирного пункта в районах сезонного промерзания грунта представляет собой бетонный монолит в виде усеченной четырехгранной пирамиды с нижним основанием  $30 \times 30$  см, верхним основанием  $15 \times 15$  см и высотой 20 см. В верхнюю грань монолита заделывается марка, закрываемая бетонной крышечкой. Глубина закладки центра независимо от глубины промерзания грунта — 70 см.

Над центром ориентирного пункта устанавливают опознавательный столб высотой 125 см и насыпают курган высотой 50 см, окапываемый кольцеобразной канавой радиусом 1,25 м, глубиной 0,5 м, сечением по нижнему основанию 0,2, а по верхнему 1 м.

На верхней части столба, со стороны, обращенной к геодезическому пункту, наносят буквы ОРП и его номер.

В районах многолетней мерзлоты и сыпучих песков центры ориентирных пунктов закладывают по типу центров основных пунктов.

§ 57. На концах базисов закладывают такие же центры, как и на обычных пунктах геодезической сети в аналогичных районах; верхние марки должны иметь бронзовые или латунные вкладыши.

§ 58. При совмещении новых пунктов с пунктами старой сети вопрос о перезакладке старых центров должен решаться организацией, утверждающей технический проект.

При перезакладке центров необходимо следить за тем, чтобы проекции старого и нового центров на горизонтальную плоскость совпадали, а их разность по высоте должна быть измерена с точностью не менее 5 мм.

При перезакладке центров составляют акт установленной формы, обновляют наружное оформление и восстанавливают канавы вокруг знака.

§ 59. На пунктах геодезической сети с разрешения Главного управления геодезии и картографии могут закладываться центры и другой конструкции, если это вызвано специфическими условиями.

§ 60. Внешнее оформление мест расположения пунктов государственной геодезической сети заключается в выкапывании канав вокруг знака, на расстоянии 1 м от сторон его основания и параллельно им. Глубина канавы 0,8 м, ширина в нижней части 0,2 м, в верхней части 1,5 м. Длина всех канав должна быть не менее 20 м. Если пункт расположен на пашне, то канавы делают глубиной 1,0 м и шириной поверху 1,8 м, а понизу 0,2 м. Земля, вынутая из канавы, укладывается в виде вала вдоль их внешней кромки.

При расположении пунктов на скалистых грунтах канавы заменяют валиками из камней; в песках канавы вокруг знака не делают.

В районах распространения многолетней мерзлоты канавы длиной не менее 5 м выкапывают на продолжении направлений из центра основания знака на его столбы, не ближе 3 м от них. Вынутую землю укладывают в виде вала вдоль одной кромки каждой из канав.

#### IV. ИССЛЕДОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ

§ 61. Все инструменты и приборы, направляемые для измерения углов на пунктах государственной геодезической сети, а также для линейных измерений, астрономических и гравиметрических определений, подлежат обязательным исследованиям, результаты которых вносят в паспорт установленного образца. Пригодность инструментов и приборов к работе определяют отделы технического контроля по техническим условиям на их изготовление и по результатам исследований, выполненных согласно указаниям настоящего раздела инструкции.

Указание по уходу за высокоточными астрономо-геодезическими инструментами приведено в приложении 6.

§ 62. Инструменты, поступившие с завода или после ремонта, подвергают следующим исследованиям:

А. В инструментах, предназначенных для измерения углов, исследуют:

1. Оптические качества главной трубы путем наблюдения звезды. Труба пригодна к работе, если при вдвинутом и выдвинутом окуляре изображение звезды дает дифракционную картину в виде круглых или слегка овальных колец.

2. Правильность работы и ошибки винтов микроскопов-микрометров и окулярных микрометров. Правильность работы оптических микрометров (приложение 7 и 8).

3. Ошибки диаметров горизонтального круга инструментов, предназначенных для измерения углов на пунктах сети 1 и 2 классов (приложение 9).

4. Правильность вращения трубы вокруг горизонтальной оси. Это исследование выполняют после проверки уровня и перпендикулярности горизонтальной оси к вертикальной (последнее условие должно соблюдаться с ошибкой не более  $5''$ ). Трубу наводят на нитяной отвес и перемещают по вертикали при помощи наводящего винта в пределах  $2-3^\circ$ . Если при этом замечают отклонение визирной оси от отвеса, то при наблюдении пользоваться наводящим винтом трубы запрещается.

5. Эксцентриситет горизонтального круга (приложение 10).

6. Правильность (регулировка) вращения алидады (приложение 11).

7. Постоянство коллимации главной трубы (при пробных измерениях).

8. Систематические ошибки измерения углов, связанные со смещением подставки инструмента при вращении алидады.

Инструмент устанавливают на бетонном или кирпичном столбе и измеряют угол в  $360^\circ$  двумя-тремя повторениями, т. е. наводят трубу после двух-трех оборотов на одну и ту же цель; при этом в первом полуприеме алидаду вращают по ходу часовой стрелки, а во втором — против хода часовой стрелки. Инструмент может быть использован при наблюдениях на пунктах сети 2 и 3 классов, если среднее значение угла из 20 приемов отклоняется от  $360^\circ$  не более чем на  $0'',3$ ; в инструментах, предназначенных для наблюдения на пунктах 1 класса, отклонение должно быть менее  $0'',1$ .

9. Цена деления и качество уровней (приложение 12).

10. Цена оборота барабана окулярного микрометра как главной, так и поверительной трубы (приложение 13).

11. Рен микроскопов-микрометров и оптических микрометров (приложения 14 и 15).

12. Цена деления шкаловых микроскопов вертикального круга (приложение 16).

13. Кроме того, каждым инструментом необходимо выполнить пробные измерения углов между четырьмя направлениями по методу и с весом, соответствующими классу триангуляции или полигонометрии. Результаты измерений должны удовлетворять требованиям,



установленным для выполнения того вида работ, для которого предназначен инструмент.

Б. Инструменты, предназначенные для астрономических работ, исследуют согласно пунктам 1—13. Вместо пробных измерений (см. пункт 13 § 62) измеряют 12 приемами угол между двумя коллиматорами, расположенными на разной высоте, по программе определения азимута по Полярной. Один коллиматор устанавливают на зенитном расстоянии  $90^\circ$ , второй на зенитном расстоянии Полярной района предстоящих работ.

Если коллимация по наблюдениям на горизонтальный коллиматор различается более  $5''$  от коллимации по наблюдениям на высотный коллиматор или разность коллимации носит систематический характер, то инструмент использовать на астрономических работах можно только с разрешения ОТК в случае, когда дополнительными исследованиями доказано отсутствие бокового гнутия трубы.

Определяют величину мертвого хода и ширину контактов контактного микрометра (приложение 17).

Цапфы горизонтальной оси инструментов, предназначенных для определения азимута и для определения времени по способу Деллена, исследуют при помощи интерферометра по методу, разработанному в ЦНИИГАиК.

§ 63. Перед выездом на полевые работы по угловым измерениям наблюдатели должны выполнить следующие проверки инструментов и исследования:

- а) правильности работы микрометров;
- б) эксцентриситета горизонтального круга;
- в) правильности вращения алидадной части;
- г) правильности вращения трубы вокруг горизонтальной оси;
- д) постоянства коллимации главной трубы;
- е) систематических ошибок измерения углов, связанных с люфтом подъемных винтов и смещением круга;
- ж) репа микроскопов-микрометров или оптического микрометра.

Кроме того, необходимо проверить и установить пригодность инструментов для определения элементов приведения и других приборов.

Астрономы дополнительно определяют:

- а) цену деления уровней по способу С. В. Васильева;
- б) форму цапф горизонтальной оси инструментов, предназначенных для определения азимута и для определения времени по способу Деллена;
- в) цену деления барабана окулярного микрометра главной и поверительной труб у инструментов, предназначенных для определения азимута;
- г) цену деления барабана окулярного микрометра главной трубы у инструментов, предназначенных для определения времени по способу Деллена;
- д) величину мертвого хода и ширину контактов микрометра (для контактных микрометров);

е) у инструментов, предназначенных для определения широты по способу измерения близмеридианных зенитных расстояний пар звезд, производят исследования эксцентриситета вертикального круга, определение правильности работы микроскопов-микрометров и их рена по программе применительно к соответствующим исследованиям горизонтального круга, а также исследование ошибок диаметров вертикального круга;

ж) у инструментов, предназначенных для определения азимута, измеряют 12 приемами угол между двумя коллиматорами согласно указаниям § 62.

§ 64. Астрономические партии, как правило, снабжают полевыми кварцевыми хронометрами (ПКХ), имеющими среднюю квадратическую вариацию двухчасового хода не более  $\pm 0^s,02$ . Разрешается использовать контактные морские хронометры, средняя квадратическая вариация двухчасового хода которых не превышает  $\pm 0^s,06$ .

Значение среднего суточного хода и средняя квадратическая вариация двухчасового хода, вычисляемая по разностям смежных ходов, определяются путем приема ритмических или секундных сигналов точного времени в течение пяти дней по пяти раз в день через каждые 2 час. Средний суточный ход для нетермостатированных ПКХ при температуре  $+18—+22^\circ\text{C}$  должен быть равен  $3 \pm \pm 0^s,5$ , а для термостатированных ПКХ и морских хронометров не более  $4^s$  (приложения 18, 19).

§ 65. Во время полевых работ каждый раз перед началом наблюдений проверяют накладной уровень, равенство подставок и правильность вращения алидадной части по показаниям накладного уровня или уровня при алидаде горизонтального круга. При наблюдениях на триангуляции и полигонометрии 1 класса, астрономических работах на первом пункте определяют рен микроскопов-микрометров. На остальных пунктах следят за изменениями рена по материалам угловых измерений.

Кроме того, при астрономических работах на первом пункте определяют расстояние боковых вертикальных нитей от средней (приложение 20) и цену деления барабана окулярного микрометра главной трубы из наблюдений специальной миры или четырех звезд в элонгации (при определении поправок хронометра по способу Деллена), на каждом пункте — ширину контактов, микрометра и в каждый вечер наблюдений — мертвый ход микрометра.

§ 66. Компарирование инварных проволок базисного прибора на рельсовом компараторе МИИГАиК проводят до начала и по окончании работ. В промежутках между компарированиями рекомендуется на каждом базисе или базисной стороне сравнивать между собой длины проволок, входящих в один комплект. Длину инварных ленточек определяют в полевых условиях один раз в сезон путем промера 24-метрового пролета, измеренного двумя инварными проволоками.

Определение коэффициентов уравнений инварных проволок для рабочего диапазона от  $-10^{\circ}$  до  $+45^{\circ}$  С и компарирование проволок выполняются согласно инструкции ЦНИИГАиК.

§ 67. Исследование светодальномеров и радиодальномеров, предназначенных для линейных измерений в государственной геодезической сети, производится до начала и после окончания работ в полевом сезоне по программе, разработанной ЦНИИГАиК. Эталонирование светодальномеров и радиодальномеров должно производиться на базе, длина которого должна быть известна с относительной средней квадратической ошибкой не более  $1 : 8 \cdot 10^5$ .

Расхождение между известным значением длины базиса и определенной из измерений светодальномером или радиодальномером не должно превышать величины, приводимой в табл. 1.

Таблица 1

Назначение светодальномера или радиодальномера	Длина базиса, км	Расхождение, см
Измерение базисных сторон триангуляции 1 и 2 классов и сторон полигонометрии 1 и 2 классов . . . . .	5—12	3
Измерение сторон полигонометрии 3—4 классов . . . . .	3—6	4

Барометры-анероиды, используемые при свето-радиодальномерных измерениях, необходимо сравнивать с ртутными барометрами метеостанций или гипсотермометрами для определения добавочной поправки. Сравнение должно быть сделано перед началом и после окончания полевых работ, а также по возможности и в процессе работ.

Во время работ барометры-анероиды необходимо систематически сравнивать между собой.

## V. ИЗМЕРЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ИЛИ УГЛОВ В ТРИАНГУЛЯЦИИ И ПОЛИГОНОМЕТРИИ 1, 2, 3 И 4 КЛАССОВ

### 1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

§ 68. Горизонтальные углы в триангуляции и полигонометрии 1 класса измеряют триангуляционными теодолитами ТТ-2''/6''; в труднодоступных горных районах разрешается применение оптических теодолитов ОТ-02.

Инструменты должны иметь поверительную трубу.

Для измерения горизонтальных углов в триангуляции и полигонометрии 1 класса выделяют лучшие инструменты.

§ 69. Основными типовыми инструментами для триангуляции и полигонометрии 2 класса являются триангуляционный теодолит ТТ-2''/6'' и оптический теодолит ОТ-02.



Кроме того, допускается измерение горизонтальных углов и зенитных расстояний в триангуляции 2 класса оптическим теодолитом ОТБ и двухсекундным теодолитом с горизонтальными кругами не менее 18 см, а также другими равноточными им инструментами.

При измерении углов в триангуляции и полигонометрии 1 и 2 классов инструментами, к которым приложено несколько окуляров, надлежит пользоваться окуляром с увеличением не менее 40<sup>x</sup>.

§ 70. Углы триангуляции и полигонометрии 3—4 классов измеряют оптическими теодолитами ОТ-02, ОТБ, ОТС, ТБ-1 и другими инструментами, имеющими точность не ниже, чем ОТС.

§ 71. Перед наблюдениями на пункте необходимо:

1. Убедиться в устойчивости и прочности столика для инструмента и в том, что внутренняя пирамида нигде не соприкасается ни с полом для наблюдателя, ни с лестницами. При обнаружении недостатков наблюдатель обязан устранить их.

2. Разыскать все знаки, подлежащие наблюдениям с данного пункта, и записать с точностью до 1' отсчеты горизонтального и вертикального кругов на каждый знак; проверить и в случае надобности обязательно принять меры к тому, чтобы луч визирования не проходил ближе 20 см от столбов сигнала.

3. Составить программу наблюдений.

§ 72. Элементы центрировок и редукиций на пункте стояния инструмента определяет лично наблюдатель дважды: непосредственно перед началом наблюдения на данном пункте и сразу после их окончания.

Элементы редукиции на простых пирамидах и сигналах, установленных на устойчивом грунте, определяют один раз в течение полевого сезона (двукратно).

Определение редукиций сложных сигналов производят так, чтобы между датой их наблюдения и датой определения редукиции было бы не более 2 месяцев.

Дополнительные определения проводят в тех случаях, когда в период наблюдения прошла буря или ураган или имелись какие-либо сомнения в неизменности положения знака. Дополнительные определения редукиции производят также после выпиливания стоек крыши сигнала и крепления ее новыми стойками.

В районах многолетней мерзлоты, болот и сыпучих песков число и порядок дополнительных определений элементов приведений устанавливает руководство отряда на основе изучения факторов, влияющих на устойчивость знаков, но не реже сроков, указанных выше.

§ 73. Элементы центрировок и редукиций определяют графически на центрировочном листе, прикрепленном к верхней плоскости центрировочного столика (приложение 24).

Центр пункта, оси инструмента и визирной цели на центрировочный лист проектируют оптическим или 30-секундным теодолитом или специальным центрировочным инструментом с трех установок и при двух положениях трубы (предварительно инструмент должен

быть тщательно выверен). Проектирующие плоскости должны пересекаться под углом, приблизительно равным  $120^\circ$  (или  $60^\circ$ ).

Длины сторон треугольников погрешностей не должны быть более 5 мм при проектировании оси инструмента и 10 мм при проектировании оси визирного цилиндра. Из полученных проекций точек установки инструмента и визирной цели прочерчивают направления на два видимых с земли пункта геодезической сети и на оба ориентирные пункта. По ориентир-буссоли прочерчивается направление «север — юг». Если с земли не видно пунктов геодезической сети, то направления прочерчивают на вехи, инструментально установленные в створах двух каких-либо пунктов, и на ориентирные пункты.

§ 74. Линейные элементы центрировки и редукции ( $l$  и  $l_1$ ) измеряют с точностью до 1 мм. Углы  $\theta$  и  $\theta_1$  строят всегда при проекции оси инструмента и визирной цели и измеряют их при помощи транспортира по ходу часовой стрелки от направления на проекцию центра данного пункта до двух прочерченных на пункты направлений.

Угол между направлениями на пункты, полученный как разность измеренных графически направлений, не должен отличаться от угла, измеренного на пункте инструментом, более чем на  $2^\circ$  при  $l$  меньше 10 см; на  $1^\circ$  при  $l$  от 10 до 20 см и  $0,5^\circ$  при  $l$  более 20 см. Окончательные значения  $\theta$  и  $\theta_1$  берут как среднее из двух измерений, приведенное к начальному направлению

$$\theta_{A \text{ ср}} = \frac{\theta_A + \theta_B - M_{AB}}{2}; \quad \theta_{1 \text{ ср}} = \frac{\theta_{1A} + \theta_{1B} - M_{AB}}{2},$$

где  $M_{AB}$  — измеренный инструментом угол.

Кроме того, на листе измеряют углы между направлениями на пункты геодезической сети и ориентирные пункты, которые в дальнейшем используют для контроля (в целях избежания грубых ошибок) правильности выписанных в карточки значений направлений на ориентирные пункты.

На каждом центрировочном листе должно быть подписано: название пункта, время определения, значения величин  $l$  и  $l_1$ ,  $\theta$  и  $\theta_1$ , измеренные углы на ориентирные пункты, фамилия и подпись лица, определившего элементы центрировки или редукции.

Листы графического определения элементов центрировки и редукции должны храниться так же тщательно, как и журналы измерения углов.

§ 75. Если при наблюдении инструмент устанавливают на штативе, то он должен быть тщательно центрирован и должны быть приняты меры, обеспечивающие его надежную устойчивость.

Ножки штатива устанавливают на прочно забитые в землю колья.

При измерении углов со штатива элементы центрировки определяют, как указано в § 73.

§ 76. Если вследствие значительной величины линейного элемента приведения нельзя применить графический способ определения, то элементы приведения определяют дважды или непосредственным измерением, или аналитическим способом.

§ 77. Изменение положения проекции центра инструмента или визирной цели относительно центра пункта, по данным повторного определения элементов центрировки и редукции на каждом пункте, не должно превышать 10 мм.

Если расхождение первого и повторного определений элементов приведений превышает 10 мм, то делается контрольное определение этих элементов, а вопрос об использовании результатов измерений решает руководитель работ.

§ 78. После заключительного определения элементов приведений наружное оформление центра должно быть тщательно восстановлено.

Землю вокруг опознавательного монолита тщательно утрамбовывают и насыпают небольшой курган с тем, чтобы после осадки земли над центром не получилось углубление, в котором может застаиваться вода.

§ 79. Инструмент при наблюдениях должен быть защищен от непосредственного действия лучей солнца и от ветра, установлен на рабочее место не менее чем за полчаса до начала измерения углов, чтобы он принял температуру воздуха.

§ 80. Горизонтальные направления и углы не должны измеряться при неблагоприятных условиях видимости, при расплывчатых или сильно колеблющихся изображениях.

В солнечные дни время, близкое к восходу и заходу солнца, для измерения углов также не рекомендуется.

§ 81. При наблюдениях этими же инструментами с микроскопами-микрометрами триангуляции и полигонометрии 1 и 2 классов точные наведения на визирные цели производят окулярным микрометром трубы; при этом на визирную цель делают подряд три наведения биссектора нитей трубы. В процессе всех наблюдений биссектор нитей должен располагаться вблизи нульпункта.

Колебания отсчетов по барабану окулярного микрометра трубы должен находиться в пределах трех делений.

При наблюдениях этими же инструментами триангуляции и полигонометрии 3 и 4 классов нити окулярного микрометра трубы устанавливают в нульпункте и точные наведения биссектора трубы выполняют микрометренным винтом алидады.

§ 82. При наблюдениях необходимо соблюдать следующие правила:

а) правильно фокусировать зрительную трубу инструмента до начала наблюдений на данном пункте и сохранять установленную фокусировку во все время наблюдений;

б) никогда слишком сильно не закручивать закрепительные винты алидады и трубы и при работе пользоваться средней частью наводящих винтов алидады и трубы;

в) следить, чтобы вращение алидады и трубы было плавным; при приближенной установке алидады от руки рекомендуется пользоваться заранее определенными отсчетами по горизонтальному кругу;

г) величина двойной коллимационной ошибки не должна быть более  $20''$ ;

д) уклонение пузырька уровня от нуля не должно быть более: 3 делений для накладного уровня теодолитов ТТ-2''/6'' и 2 делений для уровня при алидаде горизонтального круга оптических теодолитов;

е) при точном наведении вертикальных нитей трубы всегда устанавливать горизонтальную нить вблизи изображений наблюдаемых целей примерно на одном и том же расстоянии от них; во избежание сдвигов трубы в лагерах при перемещении ее по высоте приводить горизонтальную нить в нужное положение от руки или заканчивать наведение вывинчиванием микрометрического винта трубы;

ж) если зенитные расстояния наблюдаемых предметов отличаются от  $90^\circ$  на величину более  $2^\circ$ , то в процессе наблюдений необходимо определять наклон вертикальной оси вращения инструмента и в последующем вводить в измеренные горизонтальные направления поправки за наклон вертикальной оси (приложение 22);

з) отсчеты по лимбу при наблюдениях триангуляции и полигонометрии 1 и 2 классов производят при освещении лимба электрической лампочкой.

§ 83. Наведения на визирные цели биссектора нитей трубы, выполняемые как окулярным микрометром, так и микрометрическим винтом алидады, должны всегда заканчиваться ввинчиванием винта; если при этом нити переходят через предмет, то наведение выполняют снова.

§ 84. При наблюдении инструментами с микроскопами-микрометрами отсчеты производят по обоим микроскопам путем наведения их биссекторов на младший и старший штрихи лимба. При работе с оптическими инструментами отсчеты секунд по барабану оптического микрометра производят дважды, совмещая изображения одних и тех же штрихов противоположных краев лимба.

§ 85. Приемы, в течение которых были нарушены нормальные условия наблюдений (сбит или задет инструмент, внезапный порыв ветра, ухудшение видимости, просчет и т. п.), не заканчивают и наблюдают вновь на тех же установках.

Если законченные приемы не удовлетворяют установленным допускам, то они подлежат переделке на тех же установках лимба. Первоначальные значения переделанных приемов в обработку не включают.

Все наблюдения, выполненные способами комбинаций, повторяют заново, если число повторных приемов более 30% от количества приемов, заданного программой. При применении способа круговых приемов наблюдения на пункте повторяют заново, если более 30% приемонаправлений подлежат переделке.

Если при наблюдении способом круговых приемов одно направление в приеме не удовлетворяет допуску на колебание направлений в приемах, то такое направление разрешается перенаблюдать как пропущенное направление согласно § 97 и 102 Инструкции.

Записи результатов измерений углов (направлений) ведутся в журнале установленного образца (приложения 28—32).

## 2. ИЗМЕРЕНИЕ УГЛОВ В ТРИАНГУЛЯЦИИ И ПОЛИГОНОМЕТРИИ 1 И 2 КЛАССОВ

§ 86. Горизонтальные углы в триангуляции и полигонометрии 1 класса измеряют во всех комбинациях на световые сигналы. Допускается измерение углов на визирные цилиндры, если это предусмотрено техническим проектом.

§ 87. Горизонтальные углы триангуляции и полигонометрии 2 класса измеряют способами «во всех комбинациях», «круговых приемов» и способами, указанными в приложениях 23 и 24. Световая сигнализация при измерении углов 2 класса, как правило, не применяется.

**Примечание.** При применении всех способов разбивка направлений на группы разрешается:

а) если в качестве знака для наблюдений используется местный предмет, а наблюдения выполняются с нескольких станций;

б) если отсутствует одновременная видимость на наблюдаемые пункты.

Разбивку направлений на группы необходимо провести так, чтобы на пункте возникло условие горизонта. Связь смежных групп должна осуществляться через общие направления: последнее направление одной группы должно быть начальным для следующей группы.

§ 88. Связь триангуляции 2 класса с триангуляцией 1 класса осуществляется путем включения в программу наблюдений направлений 2 класса, как правило, одного направления 1 класса.

В случае, если наблюдение направлений 1 класса вызывает необходимость постройки высоких знаков или затруднительно вследствие слишком длинных сторон, разрешается совсем не включать их в программу измерений.

Последнее не распространяется на связь триангуляции 2 класса с выходными сторонами базисных сетей или базисными сторонами 1 класса, где включение направлений 1 класса в программу наблюдений 2 класса обязательно. Обязательно также наблюдение направлений 1 класса в том случае, если исключение их нарушает сплошность построения сети 2 класса.

Группы измерений, проведенных на пунктах триангуляции 1 и 2 классов, связываются между собой общим направлением.

§ 89. В триангуляции и полигонометрии 1 и 2 классов при измерении углов во всех комбинациях произведение числа направлений  $n$  на число приемов  $m$  принимается равным: для триангуляции 1 класса 36 или 35, для триангуляции 2 класса 21—25; для полигонометрии 1 класса 48, для полигонометрии 2 класса 36.



**Примечание.** Если измерение углов на пунктах 1 и 2 классов выполняется со сложных сигналов без поверительной трубы, то программа (вес) измерений увеличивается на 25—30%. При использовании для наблюдений на пунктах триангуляции 1 класса оптических теодолитов ОТ-02 производство  $m$  на  $n$  принимается равным 48.

В соответствии с этим каждый угол измеряют числом приемов, указанным в приложениях 25 и 26, там же приведены таблицы установок лимба.

§ 90. Углы в простых ромбических базисных сетях 1 и 2 классов измеряют по стандартной программе: на каждом пункте угол, образованный крайними направлениями, измеряют 24 (теодолит ТТ-2/6'') или 36 (теодолит ОТ-02) приемами, а остальные углы 6 (теодолит ТТ-2/6'') или 9 (теодолит ОТ-02) приемами. Таблица установок лимба приведена в приложении 27.

§ 91. Углы в сложных базисных сетях триангуляции 1 и 2 классов необходимо измерять по особой программе, устанавливаемой для каждой сети при условии получения наибольшего веса ее выходной стороны. Причем каждый угол сложной базисной сети должен быть измерен не менее чем шестью приемами и вообще каждый угол сети — числом приемов, кратным шести. Это число должно быть ближайшим к числу приемов, полученному для данного угла из вычислений.

Ввиду того, что углы базисной сети измеряют различным числом приемов, таблицу установок лимба для пунктов сложных базисных сетей рассчитывают в соответствии с программой наблюдений, исходя из наибольшего веса угла на данном пункте, аналогично тому, как это сделано для простой ромбической базисной сети.

Пример расчета программы наблюдений сложной базисной сети приведен в приложении 27.

§ 92. При измерении угла инструментом с микроскопами-микрометрами отдельный прием состоит из следующих процессов:

а) трех наведений на левый предмет нитей окулярного микрометра главной трубы, одновременных с ними трех наведений на марку нитей окулярного микрометра поверительной трубы и отсчетов по обоим микроскопам-микрометрам горизонтального круга (перед наведением трубы на левый предмет алидаду повертывают против хода часовой стрелки на 30—40°, после чего, вращая алидаду по ходу часовой стрелки, устанавливают биссектор главной трубы на левый предмет и выполняют указанные выше наведения и отсчеты по окулярным микрометрам);

б) поворота алидады на величину измеряемого угла по ходу часовой стрелки;

в) установки биссектора главной трубы на правый предмет, трех наведений окулярных микрометров главной и поверительной труб на правый предмет и марку, отсчетов по обоим микроскопам-микрометрам горизонтального круга;

г) вращения алидады против хода часовой стрелки на 30—40°;

д) наведения на правый предмет и тех же, что и в пункте «в» отсчетов по окулярным микрометрам и микроскопам-микрометрам;

е) поворота алидады по ходу часовой стрелки на величину дополнения измеряемого угла до  $360^\circ$ ;

ж) наведения на левый предмет и тех же отсчетов, что и в пункте «а».

При измерении углов инструментами с микроскопами-микрометрами внутри одного приема труба через зенит не переводится.

Для наиболее полного исключения инструментальных ошибок необходимо одну половину программы измерений каждого угла исполнять при положении микрометра вправо от оси трубы и вторую половину — при положении микрометра влево от оси трубы. При перекладке трубы нужно следить, чтобы она была переведена через зенит.

§ 93. Отдельный прием измерения одного угла оптическими инструментами состоит из следующих операций:

а) наведения биссектора трубы на левый предмет, одновременного наведения на марку окулярного микрометра поверительной трубы и отсчета по окулярному микрометру, совмещения штрихов противоположных краев лимба (совмещаются два противоположных штриха, ближайших к нуль-пункту), отсчета оптического микрометра, второго совмещения штрихов и отсчета оптического микрометра (перед наведением трубы на левый предмет алидаду поворачивают против хода часовой стрелки на  $30-40^\circ$ , после чего выполняют указанные выше наведения, вращая алидаду по ходу часовой стрелки);

б) поворота алидады на величину измеряемого угла по ходу часовой стрелки;

в) наведения биссектора трубы на правый предмет и окулярного микрометра поверительной трубы на марку, отсчета по окулярному микрометру, двукратного совмещения штрихов противоположных краев лимба и двукратного отсчитывания оптического микрометра;

г) перевода трубы через зенит и поворота алидады на  $180^\circ$  по ходу часовой стрелки;

д) наведений биссектора трубы на правый предмет и окулярного микрометра поверительной трубы на марку и отсчетов, указанных в пункте «в»;

е) поворота алидады по ходу часовой стрелки на величину дополнения измеряемого угла до  $360^\circ$ ;

ж) наведений биссектора трубы на левый предмет и окулярного микрометра поверительной трубы на марку и отсчетов, указанных в пункте «а».

Разность отсчетов по барабану оптического микрометра при совмещении одноименных штрихов не должна быть более  $1''$  для ОТ-02 и ОТБ,  $2''$  для ОТС, ТБ-1 и др.

§ 94. Наведение нитей окулярного микрометра поверительной трубы производят на марку, выставленную на расстоянии не менее  $1\text{ км}$  от сигнала на высоте от поверхности земли не менее  $1,5\text{ м}$ .

Угол наклона на марку не должен быть более 6°. Устойчивость марки должна быть обеспечена в полной мере.

Для дневных наблюдений марка должна иметь вертикальную черную полосу на белом фоне. Ширина черной полосы должна соответствовать примерно  $\frac{1}{3}$  ширины биссектора нитей поверительной трубы. Ширина белого фона — не менее 40 см.

Не допускается использование вместо марки случайных объектов наблюдений (телеграфные столбы, вершины деревьев и т. п.).

В исключительных случаях разрешается наводить поверительную трубу на визирный цилиндр хорошо и постоянно видимого знака, удаленного от пункта, с которого производят наблюдения, не более чем на 8 км.

§ 95. Все углы, подлежащие определению, должны быть измерены по возможности в разных условиях. Не рекомендуется измерять один и тот же угол несколькими приемами подряд.

Программу наблюдений на станции рекомендуется выполнять так, чтобы в течение одного дня (вечера) было измерено наибольшее число разных углов.

Наблюдения программ 1 и 2 классов должны продолжаться не менее двух видимостей. В течение указанного срока программа должна отрабатываться примерно равными частями в каждый период наблюдений.

При измерении углов на пунктах полигонометрии 1 и 2 классов должны измеряться независимо (на разных установках) левые и правые углы одинаковым числом приемов. При этом каждый угол должен быть измерен не менее чем в две видимости примерно равными частями.

§ 96. Результаты измерений отдельных углов в триангуляции и полигонометрии 1 и 2 классов должны находиться в пределах допусков, указанных в табл. 2.

Таблица 2

Инструменты	Расхождения между значениями, выведенными для одного и того же угла из разных приемов	
	1 класс	2 класс
С микроскопами-микрометрами . . . . .	Не более 3",0	4",0
Оптические . . . . .	4",0	5",0

Колебания средних значений одного и того же угла, полученных как по непосредственному его измерению, так и по вычислению в виде суммы или разности двух других углов, не должны превышать 3'' при числе направлений до пяти и 4'' при числе направлений 6 и более.

§ 97. Горизонтальные направления триангуляции 2 класса при наблюдениях по способу круговых приемов измеряют двенадцатью приемами.

При использовании инструментов с микроскопами-микрометрами и оптических инструментов с ценой деления лимба  $10'$  при переходе от одного приема к другому лимб переставляют на угол, равный  $15^\circ$  плюс  $5'$ , или  $4'$  при наблюдении теодолитом ОТ-02.

Если измерение горизонтальных направлений на пунктах выполняется со сложных сигналов инструментом без поверительной трубы, то число круговых приемов увеличивается до 15. В этом случае при переходе от одного приема к другому лимб переставляют на угол, равный  $12^\circ$  плюс  $5'$  или  $4'$ . При применении способа круговых приемов плохо видимые сигналы необходимо пропускать. Пропущенное направление или группу направлений следует донаблюдать с начальным и двумя смежными направлениями на той же установке лимба.

§ 98. При измерениях круговыми приемами соблюдают следующие правила.

1. В первом полуприеме алидаду вращают только по ходу часовой стрелки, а во втором — только в обратном направлении. В первом полуприеме трубу немного переводят через предмет (как видно в трубу), а во втором — немного не доводят до него; при этом вертикальные нити всегда по окончании грубого движения окажутся влево от предмета, так что окончательные наведения будут всегда производиться только ввинчиванием наводящего винта алидады. Перед началом каждого полуприема алидаду вращают несколько раз в сторону движения алидады в данном полуприеме.

2. При наблюдениях оптическими инструментами трубу между первым и вторым полуприемами переводят через зенит. При наблюдениях инструментами  $2''/6''$  перекладка трубы в лагерах между полуприемами необязательна. Однако на каждом пункте половина общего числа круговых приемов должна быть исполнена при положении микрометра справа и вторая половина приемов — при положении микрометра слева от оси трубы.

§ 99. Результаты наблюдений триангуляции 2 класса и полигонометрии 2 класса при трех и более направлениях должны удовлетворять допускам, приведенным в табл. 3.

Таблица 3

Элементы наблюдений, к которым относятся допуски	Типы инструментов	
	ТТ-2"/6"	ОТ-02 и другие равноточные ему инструменты
Расхождения между результатами наблюдений на начальное направление в начале и конце полуприема . . . . .	5"	6"
Колебания направлений в отдельных приемах, приведенных к общему нулю . . . . .	5"	6"

Примечание. Невязка на начальное направление в приеме (незамыкание) распределяется с обратным знаком на все направления пропорционально номерам направлений.

### 3. ИЗМЕРЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ НА ПУНКТАХ 3 И 4 КЛАССОВ ПО СПОСОБУ КРУГОВЫХ ПРИЕМОМ

§ 100. Горизонтальные направления триангуляции и полигонометрии 3 и 4 классов измеряют числом круговых приемов, указанным в табл. 4.

Таблица 4

Тип инструмента	Триангуляция		Полигонометрия	
	Класс			
	3	4	3	4
	Число приемов			
ТТ-2"/6" . . . . .	9	4	12	6
ОТ-02, ОТБ, 2-секундные инструменты с диаметром лимба 18 см . . .	9	6	12	9
ОТС, ТБ-1, Тн-40 и другие им равноточные инструменты . . . . .	12	6	15	9

§ 101. Направления на пункты 3 класса с пунктов старших классов наблюдаются, как правило, отдельно от направлений на пункты всех других классов, для чего составляют отдельную программу наблюдений, в которую включают только направления на пункты 3 класса и направления на один-два пункта высшего класса, имеющих наилучшую видимость.

Направления на пункты триангуляции 4 класса с пунктов сетей старших классов наблюдают также, как правило, по отдельной программе, в которую, кроме направлений на пункты 4 класса, включают одно направление на пункт высшего класса.

§ 102. При наблюдении направлений 3 и 4 классов разрешается выполнять наблюдения без применения окулярного микрометра. Методика наблюдений остается та же, что и при наблюдении направлений 2 класса. Пропущенные в приеме направления (вследствие плохой видимости сигналов) вставляют на тех же установках лимба, связывая с начальным направлением.

§ 103. Результаты наблюдений направлений 3 и 4 класса должны удовлетворять допускам, приведенным в табл. 5.

### 4. ИЗМЕРЕНИЕ ЗЕНИТНЫХ РАСТОЯНИЙ

§ 104. Все пункты геодезической сети 1, 2, 3 и 4 классов должны иметь высоты, определенные из геометрического или тригонометрического нивелирования.

Обязательно зенитные расстояния измеряют: по направлениям 1 класса — в малоисследованных районах; по направлениям 2,



Элементы наблюдений, к которым относятся допуски	Типы инструментов		
	ТТ-2"/6"	ОТ-02 и равно-точные ему инструменты	ОТС и равно-точные ему инструменты
Расхождение между результатами наблюдений на начальный предмет в начале и в конце полуприема . . .	5"	6"	8"
Колебания направлений в отдельных приемах, приведенных к общему нулю . . . . .	5"	6"	8"

3 и 4 классов, где для определения высот пунктов триангуляции и полигонометрии не предусмотрено геометрическое нивелирование.

При выполнении геодезического нивелирования пункты с исходными высотами, полученными из геометрического нивелирования в сетях 2, 3 и 4 классов должны располагаться не реже чем через 75 км.

§ 105. Зенитные расстояния измеряют в периоды достаточно четких изображений визирных целей, исключая периоды, близкие (в пределах 2 часов) к восходу и заходу солнца.

Измерения производят по каждому направлению отдельно четырьмя приемами по одной нити, при двух положениях вертикального круга. Набор зенитных расстояний необходимо производить последовательно и равномерно по всем направлениям, а не измерять сразу все четыре приема по одному направлению.

Наведения горизонтальной нити делают на верхний срез визирного цилиндра.

При измерении зенитных расстояний пузырек уровня при алидаде вертикального круга должен быть приведен на середину.

Колебания зенитных расстояний и места зенита, выведенные из отдельных приемов, не должны быть более 15''.

§ 106. На каждом пункте дважды в разное время тщательно измеряют металлической рулеткой или лентой и записывают в полевом журнале высоты над маркой верхнего подземного центра горизонтальной оси инструмента и верхнего среза визирного цилиндра.

Для знаков высотой более 20 м одно измерение должно быть выполнено аналитическим способом.

## 5. ОРИЕНТИРНЫЕ ПУНКТЫ

§ 107. Направления на ориентирные пункты наблюдают одновременно с наблюдением пунктов геодезической сети 1, 2, 3 и 4 классов.

Перед измерением направлений на ориентирный пункт опознавательный столб удаляют и вскрывают марку ориентирного пункта. Над центром ориентирного пункта устанавливают хорошо выверенный

оптический центрир, на который после тщательного центрирования его над маркой производят наблюдения.

При отсутствии оптического центрира центр марки выносят на центрировочный столик, установленный в горизонтальное положение, проектированием с трех станций. Прочерченные на столике следы проектирующих плоскостей должны пересекаться в одной точке. Для визирования на проекцию центра, вынесенного на центрировочный столик, на последнем устанавливают визирный целик высотой около 10 см и диаметром около 0,5—0,7 см. Визирный целик должен устанавливаться отвесно и строго над проекцией центра ориентирного пункта.

§ 108. Ориентирные пункты наблюдают с двумя любыми направлениями сети, тремя приемами и теми же инструментами, что и углы сети. Расхождения направлений в приемах не должны превышать 6". Расстояние от центра данного пункта до центра ориентирного пункта должно быть измерено с точностью порядка  $\pm 1$  м.

## 6. ПОЛЕВЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ

§ 109. В процессе работы на пункте наблюдатель обязан.

1. Произвести вычисления журналов измерения горизонтальных углов (направлений) и журналов измерения зенитных расстояний.

2. Вычислить высоты знаков, определенные аналитическим способом (приложение 32).

Расхождения между вычисленными значениями высот знаков и измеренными непосредственно не должны превышать 10 см. Среднее значение из двух определений высоты знака заносят в соответствующие графы журнала измерения горизонтальных углов, журнала измерения зенитных расстояний и в сводки.

3. Составить сводки результатов наблюдений горизонтальных углов (направлений) и зенитных расстояний (приложения 33—35). Сводки составляют в двух экземплярах на стандартных бланках. В сводках вычисляют вероятнейшие значения измеренных углов и подсчитывают их средние квадратические ошибки.

Вычисление журналов, высот знаков и составление сводок производится в две руки (наблюдателем и его помощником). Результаты всех вычислений сверяются, правильность вычислений и проверки их подтверждается подписями вычислявших.

4. Произвести оформление и проверку листов графического определения элементов приведений.

Проверенные значения элементов приведений выписать в составленные сводки измерения горизонтальных углов (направлений) и в сводную таблицу элементов центрировок и редукций (приложение 36).

При оформлении листов графического определения элементов приведений записи измеренных величин и подписи названий направлений должны быть сделаны тушью или чернилами. Все основные

линии и следы проектирующих плоскостей, прочерченные на листе карандашом, не вычерчивают (кроме ориентирных направлений).

5. По мере замыкания треугольников и центральных систем наблюдатель подсчитывает невязки треугольников и свободные члены полюсных условий. В измеренные и уравненные на станции углы предварительно должны быть внесены поправки за центрировку и редукции. Эти поправки, а также сферические избытки треугольников определяют любыми приближенными способами (по номограммам, таблицам и т. д.), обеспечивающими точность вычислений в пределах  $0'',1-0'',2$ .

**П р и м е ч а н и е.** Значения измеренных углов или направлений в отдельных приемах вычисляются до  $0'',1$ ; средние значения углов или направлений в триангуляции и полигонометрии 1 и 2 классов — до  $0'',01$ ; в триангуляции и полигонометрии 3 и 4 классов — до  $0'',4$ ; на ориентирные пункты и зенитные расстояния — до  $1''$ ; высоты знаков, определенные аналитически, — до  $0,01$  м.

§ 110. Поправки за показания окулярного микрометра главной трубы и окулярного микрометра поверительной трубы вычисляют по формулам (при счете оборотов в поле зрения трубы в направлении к барабану микрометра):

1. Для прямой главной трубы

—  $\mu$  ( $M-10,00$ ) — при барабане микрометра справа;

+  $\mu$  ( $M-10,00$ ) — при барабане микрометра слева.

2. Для ломаной главной трубы

+  $\mu$  ( $M-10,00$ ) — при барабане микрометра справа;

—  $\mu$  ( $M-10,00$ ) — при барабане микрометра слева.

3. Для поверительной трубы

$\mu$  ( $M-10,00$ ) — при барабане микрометра справа,

$\mu$  — цена деления окулярного микрометра трубы;  $M$  — отсчет по микрометру,  $10,00$  — отсчет в нульпункте микрометра, выраженный в оборотах микрометра.

Поправки за показания окулярных микрометров главной и поверительной труб рекомендуется выбирать из таблиц, составленных заранее для данного инструмента.

§ 111. Для вывода места зенита и зенитных расстояний пользуются формулами.

1. Для инструментов с микроскопами-микрометрами или верньерами при вертикальном круге

$$MЗ = \frac{Л+П}{2} \pm 180^\circ; \quad z = \frac{Л-П}{2} \pm 180^\circ = Л - MЗ = MЗ - П.$$

2. Для оптических теодолитов ОТ-02

$$MЗ = Л + П - 180^\circ; \quad z = П - Л + 90^\circ,$$

где  $Л$  и  $П$  — средние отсчеты при «круге лево» и «круге право»,  $MЗ$  — место зенита,  $z$  — зенитное расстояние.

§ 112. При выводе средних значений углов и зенитных расстояний руководствуются следующим.

Все приемы измерений горизонтальных углов (направлений) и зенитных расстояний, удовлетворяющие допускам, принимают в работу.

§ 113. Проверенные и оформленные журналы измерений горизонтальных углов (направлений) и журналы измерений зенитных расстояний с первыми экземплярами соответствующих сводок, а также листы графического определения элементов приведенных наблюдатель направляет начальнику партии. Второй экземпляр сводок и сводная таблица элементов центрировок и редукиций хранятся у наблюдателя до окончания работ.

§ 114. В группе камеральной обработки отряда по мере накопления материалов наблюдений составляют на каждый пункт карточку приведенных направлений (приложение 37). Для этого постепенно вычисляют: приближенные значения длин сторон и сферические избытки треугольников, поправки за центрировки и редукиции, рабочие координаты, поправки за редуцирование направлений на плоскость, а также подсчитывают невязки треугольников и свободные члены боковых и полюсных условий, а для звеньев 1 класса — свободные члены базисных и азимутальных условий. Невязки треугольников и свободные члены указанных условий подсчитывают по измеренным углам, приведенным к центрам, а во вторую руку — по углам, редуцированным на плоскость. Одновременно с обработкой материалов наблюдений горизонтальных углов (направлений) выполняют обработку измеренных зенитных расстояний, в результате которой должны быть вычислены окончательные высоты пунктов.

§ 115. Приближенное решение треугольников производят при помощи пятизначных таблиц с углами, округленными до  $1''$ .

Сферические избытки и невязки треугольников триангуляции 1 и 2 классов вычисляют до  $0'',01$ , а в триангуляции 3 и 4 классов — до  $0'',1$ .

§ 116. Для вычисления поправок за центрировку берут средние значения элементов центрировки из всех определений на данном пункте. Для вычисления поправок за редукицию на наблюдаемых пунктах (с данного) берут средние значения элементов редукиций из определений, ближайших по времени к моменту наблюдения.

В триангуляции и полигонометрии 1 и 2 классов поправки вычисляют и вводят в измеренные направления с округлением до  $0'',01$ , а в триангуляции и полигонометрии 3 и 4 классов — до  $0'',1$ .

Поправки за центрировки и редукиции вычисляют в соответствующих графах карточек приведенных направлений.

§ 117. В целях избежания грубых ошибок выписанные в карточки направления на ориентирные пункты сравнивают с направлениями на те же пункты, взятыми из измерений на листах графического определения элементов приведенных.

Предельные значения невязок треугольников в триангуляции 1, 2, 3 и 4 классов не должны превышать:

$3''$  — в триангуляции 1 класса,  $4''$  — в триангуляции 2 класса,  $6''$  — в триангуляции 3 класса и  $8''$  — в триангуляции 4 класса.

Невязки, величина которых превосходит  $\frac{2}{3}$  предельного значения, должны быть весьма редким исключением.

§ 118. Свободные члены боковых и полюсных условий в геодезических четырехугольниках и центральных системах не должны превышать

$$w_{\text{пол}} = \pm 2,5 \mu \sqrt{\sum \delta^2},$$

где  $\sum \delta^2$  — сумма квадратов изменений логарифмов синусов связующих углов треугольников при изменении этих углов на  $1''$ ;

$\mu$  — установленная инструкцией средняя квадратическая ошибка измеренного угла для соответствующего класса триангуляции.

В больших сетях небольшое число свободных членов указанных условных уравнений может достигать величины  $\pm 3,0 \mu \sqrt{\sum \delta^2}$ .

В геодезических четырехугольниках и ромбических базисных сетях за полюс принимают пересечение диагоналей этих фигур.

§ 119. Свободные члены базисного и азимутального условий вычисляют между базисными сторонами или выходными сторонами базисных сетей. При нескольких вариантах для базисного условия берут треугольники, дающие наилучшую передачу расстояний.

Передача азимута производится по кратчайшей ходовой линии.

Значения свободных членов базисного и азимутального условий не должны превышать величин, вычисленных по формулам:

для базисного условия

$$w_{\text{баз}} = \pm 2,5 \sqrt{\mu^2 \sum \delta^2 + 2m_s^2};$$

для азимутального условия

$$w_{\text{аз}} = \pm 2,5 \sqrt{\mu^2 n + 2m_a^2},$$

где  $\sum \delta^2$  — сумма квадратов изменений логарифмов синусов связующих углов треугольников;  $\mu$  — установленная инструкцией средняя квадратическая ошибка измерения угла, соответствующая классу сети;  $m_s$  — средняя квадратическая ошибка длины (логарифма) базисной стороны или выходной стороны базисной сети;  $m_a$  — средняя квадратическая ошибка исходного азимута;  $n$  — число углов в передаче азимута.

§ 120. Для оценки результатов угловых измерений триангуляции вычисляют среднюю квадратическую ошибку измеренного угла по формуле

$$\mu = \pm \sqrt{\frac{\sum w^2}{3n}},$$

где  $\sum w^2$  — сумма квадратов невязок треугольников,

$n$  — число треугольников в звене или сети триангуляции.

Средняя квадратическая ошибка подсчитывается отдельно по каждому звену, а в сети — по каждому классу триангуляции.



Оценка угловых измерений в полигонометрических сетях 2, 3 и 4 классов производится по невязкам замкнутых фигур.

Угловые невязки в замкнутых фигурах не должны превышать значения  $w = \pm 2,5 \mu \sqrt{n}$ , где  $\mu$  в полигонометрии 2 класса —  $1'',0$ , 3 класса —  $1'',5$  и 4 класса —  $2'',0$ ;

$n$  — число измеренных углов.

§ 121. По окончании предварительной обработки составляют схему исполненной геодезической сети: в масштабе 1 : 500 000 для звеньев триангуляции и полигонометрии 1 класса и в масштабе 1 : 300 000 — 1 : 200 000 для сетей 2, 3 и 4 классов. Для базисных сетей, кроме того, составляют отдельные схемы в масштабе 1 : 100 000 или 1 : 200 000 (в зависимости от длин сторон).

На схемах подписывают названия пунктов, названия базисных сторон или базисных сетей и номенклатуру трапеций масштаба 1 : 100 000 (приложения 38 и 39).

§ 122. По окончании наблюдений отряд сдает в установленном порядке следующие материалы.

1. Полевые журналы измерения горизонтальных углов или направлений и журналы измерения зенитных расстояний.

2. Листы графического определения элементов приведеней.

3. Сводки результатов измерений углов (направлений) в 2 экземплярах.

4. Карточки приведенных направлений в 2 экземплярах.

5. Материалы предварительной обработки геодезической сети, включая вычисления окончательных высот пунктов и рабочих координат.

6. Материалы полевых и лабораторных исследований инструментов, произведенных наблюдателями.

7. Схему геодезической сети.

8. Технический отчет.

## VI. ИЗМЕРЕНИЕ ДЛИН СТОРОН СВЕТОДАЛЬНОМЕРАМИ И РАДИОДАЛЬНОМЕРАМИ

§ 123. Длины базисных сторон триангуляции 1 и 2 классов и сторон полигонометрии 1 класса измеряют светодальномером ЭОД-1 и другими равноценными по точности светодальномерами.\* Длины базисных сторон триангуляции 2 класса разрешается измерять светодальномером СВВ-1.

Длины сторон полигонометрии 2, 3 и 4 классов измеряют светодальномером СВВ-1, высокоточным радиодальномером типа «Теллуrometer» и другими равноценными по точности светодальномерами и радиодальномерами.

---

\* В районах севернее 65-й параллели из-за невозможности применять светодальномеры в летнее время разрешается измерять стороны полигонометрии 1 класса высокоточными радиодальномером типа «Теллуrometer». Программа и порядок измерений в этом случае разрабатывается в техническом проекте с учетом физико-географических и других условий района предстоящих работ.

Длины сторон сети 2, 3 и 4 классов, построенной по методу трилатерации, как правило, измеряют высокоточным радиодальномером типа «Теллуrometer».

## 1. ИЗМЕРЕНИЕ ДЛИН БАЗИСНЫХ СТОРОН ТРИАНГУЛЯЦИИ 1 И 2 КЛАССОВ И ПОЛИГОНОМЕТРИИ 1 КЛАССА СВЕТОДАЛЬНОМЕРОМ ЭОД-1

§ 124. Длины линий измеряют следующим числом приемов.

1. Базисная сторона триангуляции 1 класса — 12 приемами (не менее двух ночей).

2. Базисная сторона триангуляции 2 класса — 9 приемами (не менее двух ночей).

3. Сторона полигонометрии 1 класса — 9 приемами.

§ 125. Каждый прием измерений светодальномером ЭОД-1 выполняется в следующем порядке:

1. Вращением рукоятки «настройка выходного контура» установить стрелку на максимальное показание.

2. Постепенно выводить переменный фильтр («серый клин») до тех пор, пока стрелка прибора «световой поток» не будет установлена на отсчет, не менее указанного в паспорте прибора.

3. Установить фазовый переключатель в положение 1, а рукоятку фазовращателя на отсчет, примерно равный 25 делениям.

4. Установить рукоятку плавного генератора на отсчет, указанный в программе наблюдений для данного приема.

5. Измерить частоту пересчетным устройством; в течение всего приема частота поддерживается неизменной.

6. Поворотом фазовращателя установить стрелку индикатора фазы на отсчет, равный нулю, и спустя 8—10 сек взять отсчет по шкале фазовращателя; при этом стрелка должна оставаться на отсчете, равном нулю.

7. Повторить действия пункта 6 при установке фазового переключателя в положение 2, 3 и 4.

8. Ввести полностью переменный фильтр, включить калибровочную линию и установить на ней отсчет, равный 20; затем, выводя фильтр, установить стрелку прибора «световой поток» на прежний отсчет.

9. Поворачивая фазовращатель, установить при 1 фазовом положении стрелку индикатора фазы на отсчет, равный нулю, и взять отсчет по шкале фазовращателя.

10. Повторить действия пункта 9 при 2, 3 и 4 фазовых положениях.

11. Выключить калибровочную линию и повторить все действия пунктов 2—4, 6—7.

12. Повторить все действия пунктов 8—10; при этом отсчет по калибровочной линии должен быть больше (или меньше) на 5—15 делений.

13. Температуру, давление и влажность воздуха измеряют до начала приема, а после окончания приема измеряют только температуру.

Ошибка измерений температуры воздуха не должна превышать  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , а давления  $\pm 1$  мм ртут. столба. На точке стояния отражателя измеряют температуру и давление в сроки, заранее установленные наблюдателем, примерно с такими же интервалами времени, как и на точке стояния дальномера.

§ 126. Все измерения следует выполнять при таких условиях видимости, при которых отклонение стрелки индикатора фазы при изменении частоты плавного генератора превосходят 20 делений в обе стороны от нуля.

§ 127. Перед измерениями расстояний составляют программу наблюдений. На одном из диапазонов устанавливают отсчет по шкале плавного генератора, равный нулю. Затем вращением рукоятки увеличивают отсчет до тех пор, пока стрелка индикатора фазы не встанет на нуль. Отсчет по шкале генератора будет соответствовать первой установке. Продолжая увеличивать отсчет по шкале до 5000, берут все отсчеты, соответствующие нулевым показаниям индикатора фазы, и записывают их в журнал.

Измерения данной линии проводят на первой и последней четных нулевых установках. Аналогично определяют программу для другого диапазона. Половину приемов выполняют на первом частотном диапазоне, а половину на втором.

§ 128. Расхождения длин измеряемой линии из отдельных приемов не должны превышать 12 см. Если расхождения превышают 12 см, то берутся 2—4 дополнительных приема. За окончательное значение длины принимается среднее из всех приемов.

§ 129. Измерение расстояний светодальномером ЭОД-1 должно выполняться при плюсовой температуре. В исключительных случаях разрешается заканчивать программу измерений на пункте при температуре до  $-5^{\circ}\text{C}$ .

§ 130. До начала и после окончания полевых работ, а также не менее 2 раз в течение полевого периода для контроля определяют постоянную поправку прибора на базисе длиной 7,5 м. При наличии колебровочной приставки постоянную поправку определяют при измерении каждой линии 5—7 приемами.

## **2. ИЗМЕРЕНИЕ ДЛИН БАЗИСНЫХ СТОРОН ТРИАНГУЛЯЦИИ 2 КЛАССА И СТОРОН ПОЛИГОНОМЕТРИИ 2, 3 И 4 КЛАССОВ СВЕТОДАЛЬНОМЕРОМ СВВ-1**

§ 131. Длины линий измеряют следующим числом приемов:

1. Базисная сторона триангуляции 2 класса — 72 приемами (не менее 2 дней); измерения выполняют с переменной мест дальномера и отражателя или двумя светодальномерами. В каждом положении светодальномера выполняют по 36 приемов.

2. Сторона полигонометрии 2 класса — 36 приемами.

3. Сторона полигонометрии 3 класса — 24 приемами.

4. Сторона полигонометрии 4 класса — 20 приемами.

Каждый прием измерения светодальномером СВВ-1 выполняется в следующем порядке:

1. Вращением рукоятки генератора в сторону увеличения частоты изменяют яркость принимаемого модулированного света до тех пор, пока она не будет минимальной.

2. Вращением рукоятки волномера меняют частоту волномера до тех пор, пока не получат нулевых биений с частотой светодальномера; в этот момент берут отсчет по шкале волномера.

3. Повторяют действия пунктов 1—2, но фиксируют минимум, вращая рукоятку в сторону уменьшения частоты.

4. Повторяют действия пунктов 1—3, но в обратном порядке.

Промежуток времени между наблюдением минимума и измерением частоты модуляции волномером не должен превышать 15 сек.

Температуру, влажность и давление воздуха измеряют до начала измерений и далее не реже чем через 30 мин. На точке стояния отражателя температуру и давление воздуха измеряют в сроки, заранее установленные наблюдателем.

Калибровка волномера производится по кварцевым поверочным точкам (КПТ) в начале и конце каждой серии наблюдений. За серию наблюдений принимается  $\frac{1}{4}$  всех приемов, подлежащих исполнению. Калибровку отсчета по шкале волномера производят по двум смежным КПТ — младшей и старшей, между которыми расположена частота наблюдаемого минимума. Оба значения КПТ записывают в журнал наблюдений. Перевод отсчетов по шкале волномера в частоту производят с использованием цены деления волномера, вычисленной по калибровочным точкам в данной серии наблюдений. Список приближенных значений КПТ и соответствующих им точных частот должен быть выписан в журнал наблюдений.

§ 132. При измерении длины базисной стороны 2 класса частоты кварцевого генератора волномера сравнивают с эталонными частотами в следующие сроки:

при измерении длины базисной линии 2 класса перед началом и в конце измерений;

при измерении длин сторон полигонометрии 2 класса перед измерениями.

Расхождение частот не должно превышать 4 *гц*.

При измерении длин базисных сторон триангуляции 2 класса половину всех приемов выполняют при наблюдениях в левую трубу, а половину — в правую. Перестановка конденсаторов Керра при этом не допускается. В остальных случаях все приемы разрешается выполнять, наблюдая через одну из труб.

§ 133. Контролем правильности выполненных измерений служат величины округлений при вычислении целого числа  $N$ . Величины округлений не должны превышать значений, приведенных в табл. 6.

При несоблюдении указанных выше допусков производятся дополнительные измерения в объеме 25—30% от числа приемов, установленного для данного пункта. Дополнительные приемы должны

быть выполнены на четырех частотах. За окончательный результат принимается длина стороны, вычисленная по всем приемам.

Таблица 6

Виды работ	Допускаемые пределы округления числа целых циклов
Базисные стороны триангуляции 2 класса и стороны полигонометрии 2 класса . . . . .	0,20
Стороны полигонометрии 3 класса . . . . .	0,25
Стороны полигонометрии 4 класса . . . . .	0,30

### 3. ИЗМЕРЕНИЕ ДЛИН СТОРОН ПОЛИГОНОМЕТРИИ 2, 3 И 4 КЛАССОВ РАДИОДАЛЬНОМЕРОМ

§ 134. Длины сторон измеряют следующим числом приемов:

- 1) стороны полигонометрии 2 класса шестью приемами, распределяющимися по возможности равномерно в течение двух дней;
- 2) стороны полигонометрии 3 и 4 классов тремя приемами.

§ 135. Один прием измерений выполняется в следующем порядке:

1. Устанавливают частоту несущей примерно на начальный отсчет.

2. Последовательно включая частоты  $+A$ ,  $-A$ ,  $B$ ,  $B$  и  $\Gamma$  (для радиодальномера ВРД) или  $+A$ ,  $-A$ ,  $B$ ,  $C$  и  $D$  (для дальномеров РДГ), берут по индикатору отсчеты при положении переключателя  $0^\circ$  (для ВРД) или  $+\pi$  (для РДГ).

3. Берут 4 отсчета на частоте  $A$  при четырех положениях переключателя.

4. Меняют частоту несущей через равные интервалы примерно в 15 *мгц* и на каждой частоте берут по 4 отсчета при четырех положениях переключателя.

5. Повторяют предварительные отсчеты по частотам при положении переключателя  $180^\circ$  (для ВРД) или  $-\pi$  (для РДГ).

Температуру, давление и влажность воздуха измеряют на обоих концах измеряемой линии до начала каждого приема и после его окончания.

§ 136. Наиболее благоприятными условиями для измерений длин сторон радиодальномером является сухая и ясная погода, а измеряемая линия проходит над равниной и залесенной или покрытой кустарниками местностью. На открытой и резко пересеченной местности результаты измерений могут быть искажены систематическими ошибками.

§ 137. Расхождение значений длин сторон, полученных для отдельных измерений, не должно превышать 20 *см*. Если указанный допуск будет превышен, то стороны измеряют дополнительно двумя-тремя приемами в существенно отличных и желательно благоприят-



ных метеорологических условиях. В обработку принимают все приемы, за исключением явно ошибочных.

#### 4. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

§ 138. Поверки светодальномеров и радиодальномеров, их юстировка и установка на геодезических знаках, а также измерение длин сторон геодезической сети должны производиться в строгом соответствии с указаниями утвержденного ГУГКом или ВТУ наставления по работе данным типом прибора.

§ 139. Элементы центрировки дальномеров и редукиции отражателей (ведомых станций) определяют дважды графическим методом. При определении элементов приведений должны соблюдаться такие же требования, как и при угловых измерениях, но на центрировочных листах обязательно прочерчивают линии на все пункты, до которых измерялись расстояния, и на ориентирные пункты. Поправкой в измеряемое расстояние за внецентренность дальномера и отражателя (ведомой станции) является проекция отрезка между центром пункта и центром прибора на соответствующее направление (приложение 40). Точки дальномеров и отражателей (ведомых станций), относительно которых определяют элементы приведений, указаны в описании прибора.

§ 140. Записи результатов измерений длин линий светодальномером и радиодальномером ведутся в журналах установленного образца.

§ 141. Вычисление длин сторон геодезической сети, измеренных светодальномером или радиодальномером, и оценка точности ведутся по формулам и указаниям, приведенным в приложениях 41—42; 43—44 и 45—46.

При вычислении длин сторон скорость распространения электромагнитных волн в вакууме принимается равной 299792,5 км/сек.

Показатель преломления света в реальной атмосфере вычисляется по формулам:

$$(n_G - 1) 10^7 = 2876,04 + \frac{16,288}{\lambda^2} + \frac{0,136}{\lambda^4};$$

$$n_L = 1 + \frac{n_G - 1}{1 + at} \frac{P}{760} - \frac{55 e}{1 + at} \cdot 10^{-9}.$$

Показатель преломления радиоволн сантиметрового диапазона в реальной атмосфере вычисляется по формуле

$$(n_r - 1) \cdot 10^6 = \frac{103,49}{T} (P - e) + \frac{86,26}{T} \left( 1 + \frac{5748}{T} \right) e,$$

где  $n_r$  — показатель преломления в реальной атмосфере для эффективной длины волны света  $\lambda$ ;

$P$  — давление атмосферы в миллиметрах ртут. столба;

$e$  — абсолютная влажность в миллиметрах ртут. столба;

$a$  — газовая постоянная, равная 1/273,16;

$t$  — температура воздуха в градусах Цельсия;

$\lambda$  — эффективная длина волны света, указывается в руководствах по соответствующему дальномеру;

$T$  — температура воздуха в градусах Кельвина.

§ 142. Измеренные длины сторон (наклонные дальности) должны быть исправлены поправками:

а) за приведение к горизонту;

б) за переход от хорды к кривой на сфероиде;

в) за проектирование на референц-эллипсоид Красовского.

Разность высот пунктов геодезической сети, между которыми измерялось расстояние, должна быть известна с ошибкой не более величины, вычисляемой по формуле

$$m_h = \frac{2}{5} \frac{S^2}{h} \left( \frac{m_S}{S} \right),$$

где  $m_h$  — ошибка определения разности высот в  $m$ ,

$S$  — длина измеренной стороны в  $m$ ,

$h$  — превышение между пунктами в  $m$ ,

$\frac{m_S}{S}$  — требуемая относительная ошибка измеряемой стороны соответствующего класса.

§ 143. По окончании полевых измерений представляются следующие документы:

1. Схема геодезической сети в масштабе 1 : 200 000—1 : 300 000.

2. Журнал измерений длин сторон.

3. Листы графического определения элементов измерений.

4. Копия основных данных дальномера (из паспорта).

5. Журналы измерений контрольных линий (эталонирования) и определения постоянных дальномера.

6. Журналы геометрического или тригонометрического нивелирования.

7. Результаты предварительных вычислений длин сторон.

8. Технический отчет.

## VII. ИЗМЕРЕНИЕ БАЗИСОВ

§ 144. Измерение базиса (базисной стороны) триангуляции 1 и 2 классов производится базисным прибором БП-1.

Измерение базиса (базисной стороны) триангуляции 3 и 4 классов производится базисным прибором БП-2.

Базисные приборы должны удовлетворять утвержденным техническим требованиям.

### 1. ВЕШЕНИЕ И РАССТАНОВКА ШТАТИВОВ

§ 145. Предварительное вешение базиса заключается в расстановке вех через каждые 2—3 км строго в створе базиса, чтобы обеспечивалась возможность последующего детального вешения.

Для расстановки вех применяют тщательно выверенный теодолит, который устанавливают над базисным центром или на столике знака, куда предварительно выносят центр. Инструмент тщательно нивелируют и трубу его наводят на сигнал, установленный на другом конце базиса. В створе выставляют первую ближайшую к инструменту вежу. Далее инструмент переносят на место выставленной вехи, трубу наводят опять на передний конец базиса, выставляют вторую вежу и т. д.

§ 146. Детальное вешение базиса заключается в следующем:

Устанавливают инструмент над центром, наводят трубу на первую вежу и выставляют в створе два-три колышка на расстоянии 200—300 м один от другого. После этого переносят инструмент на последний выставленный колышек, наводят опять трубу инструмента на вежу и выставляют в створе еще два-три колышка.

Таким образом поступают на всем протяжении базиса.

Колышки прочно забивают в землю и для облегчения разыскивания их оканчивают или отмечают каким-либо другим способом.

Если сигнал на переднем конце базиса хорошо виден со всех необходимых точек линии базиса, то предварительного вешения можно не делать.

§ 147. Штативы расставляют в створе базиса по секциям, длина которых зависит от числа штативов, имеющихся в базисной партии. Не рекомендуется иметь секции длиной менее 0,5 км и более 1 км.

§ 148. Расстановку штативов начинают с установки над базисным пунктом оптического или жесткого центрира. При установке центрира следует особое внимание обращать на устойчивость штатива. Высота установки штатива не должна быть более 1 м, дерн из-под ножек штатива нужно снимать.

§ 149. Штативы с навинченными целиками устанавливают по створу базиса посредством теодолита вешением «на себя», используя колышки детального вешения. Расстояния между целиками смежных штативов должны быть  $24 \text{ м} \pm 1-3 \text{ см}$ .

Третью ножку штатива располагают поочередно по одну и другую сторону базиса. Установленные штативы должны быть устойчивыми, неподвижность их во время измерения должна быть обеспечена. Для этого ножки штативов должны быть достаточно широко расставлены и надежно углублены в землю, а все зажимные винты должны быть закреплены. Целики штативов устанавливаются вертикально при помощи боковых винтов целиков.

§ 150. На последнем штативе секции устанавливают оптический или жесткий центрир. Под штативом закладывают временный центр в виде обрубка из сухого дерева диаметром 10—15 см и длиной 0,3—0,4 м. Обрубок вкапывают в землю так, чтобы его верхний конец был на 10—15 см ниже поверхности почвы, и прочно укрепляют посредством утрамбовки земли. В торец обрубка вбивают гвоздь с большой плоской шляпкой, на которой ножом по установленному центриру нарезают два взаимно перпендикулярных штриха. Рекомендуется

за штативом с отвесом выставлять еще один штатив для следующей секции.

§ 151. Штативам присваивают общий для всего протяжения базиса порядковый номер, начиная с нулевого. Короткие пролеты имеют номер последнего штатива с добавлением знаков а, б, в и т. д.

§ 152. На болотистом и малоустойчивом грунте пугативы устанавливают на сваи (колья) диаметром 7—8 см, вбитые ниже уровня почвы. Длину кольев определяют в зависимости от грунта, но она должна быть не менее 0,3 м. На особо заболоченных участках для наблюдателей и рабочих со станком вокруг штатива делают специальные дощатые настилы, укрепленные на прочно вбитых в грунт толстых кольях.

§ 153. Если весь базис или значительная часть его проходит по заболоченному грунту, а также в тех случаях, когда это вызывается необходимостью, измерение базисов производится по кольям. Колья длиной 2,0—2,5 м забивают или укрепляют путем предварительного бурения в створе базиса так, чтобы они вошли в твердый нижний слой грунта не менее чем на 0,75 м. При забивке кола нужно следить за его вертикальностью. После забивки верхний конец кола спиливают и в верхние срезы ввинчивают целики в створе базиса по теодолиту.

На особо заболоченных участках колья должны быть укреплены тремя подпорками, которые забивают в грунт и скрепляют гвоздями с колом на высоте 0,2—0,4 м от верхнего его конца. При необходимости вокруг кольев делают настилы для наблюдателя и рабочего со станком.

§ 154. При измерении по кольям специальные временные центры при перерывах в работе не закладывают, а работу останавливают на любом из кольев.

§ 155. Остаток базиса разбивают на возможно более ровном месте, в одном или нескольких пролетах от конечного пункта. Не следует допускать остаток меньше 1,0 м; в этом случае нужно стараться разогнать его на всю длину последней секции. При расстановке штативов на коротких пролетах целики должны быть возможно точнее установлены в створе базиса и на одной высоте.

## 2. НИВЕЛИРОВАНИЕ ЦЕЛИКОВ

§ 156. Целики нивелируют инструментом с уровнем при трубе, выверенным в соответствии с требованиями Инструкции для нивелирования IV класса. Образец журнала нивелирования базиса приведен в приложении 47.

§ 157. Высоты центриров (верхней поверхности вкладыша) над центрами в начале и в конце базиса и над временными центрами измеряют непосредственно рейкой или стальной рулеткой с точностью до 0,5 см и записывают в журнал нивелирования.

§ 158. При нивелировании применяют легкую двустороннюю рейку длиной 1,5—2,0 м. Ее устанавливают непосредственно на вкла-

дыш или целик штатива, соблюдая осторожность для сохранения неизменного положения последнего. При нивелировании базиса, измеряемого по кольям, рейку ставят на целики. Вертикальность рейки контролируют посредством круглого уровня.

§ 159. Нивелирование производится по секциям прямым и обратным ходом. В прямом ходе нивелирование, как правило, предшествует измерению базиса, в обратном — следует за ним.

§ 160. Нивелирование выполняют по двум сторонам рейки с приведением пузыряшка уровня нивелира на середину. Как в прямом, так и в обратном ходах отсчеты берут по одной средней нити. С одной точки стояния нивелируют не более шести штативов. Расположение инструмента выбирают так, чтобы расстояние до каждого штатива не превышало 60 м.

§ 161. Превышение между смежными целиками вычисляют с точностью до 0,1 мм тотчас после записи отсчетов. Расхождения между превышениями, полученными по черной и красной сторонам рейки, должны быть не более 2 мм.

§ 162. Пролет, имеющий уклон больше  $\frac{1}{24}$ , а также короткие пролеты нивелируют при двух горизонтах с отдельной постановки нивелира; при этом соблюдают равенство расстояний инструмента до рейки с точностью 1—2 м.

§ 163. Расхождения превышений между смежными штативами, полученных из прямого и обратного ходов, не должны быть более:

- а) 3 мм для пролетов с уклоном менее 1 м;
- б) 2 мм для пролетов с уклоном более 1 м;
- в) 1 мм для коротких пролетов.

Если расхождения превышают указанный допуск, производят повторную нивелировку соответствующих штативов.

§ 164. В процессе работы нивелировщик обязан сверять нумерацию штативов в журнале нивелирования с номерами, написанными на штативах (кольях), и записями в журнале линейных измерений. Нумерация при нивелировании должна быть тождественна нумерации, принятой при линейных измерениях.

§ 165. Нивелировщик вычисляет превышения целиков, составляет ведомость превышений и вычисляет приближенные поправки (до 0,1 мм) в измеренные длины пролетов за приведение к горизонту.

§ 166. Привязка базиса к маркам или реперам государственной нивелирной сети осуществляется нивелированием 4 класса двойным ходом.

### 3. ЛИНЕЙНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ

§ 167. При нормальных условиях местности базисы 1 и 2 классов измеряют по штативам шестью проволоками, а остальные одна-две проволоки остаются в запасе. Базис разбивают на три примерно равные части. Каждую часть измеряют по секциям четырьмя проволоками: двумя проволоками ходом «прямо» и двумя другими — ходом «обратно», комбинируя проволоки по две так, чтобы те, которыми измеряется данная часть ходом «прямо», входили при измерении последующей части в ход «обратно», как указано в табл. 7.

Таблица 7

Треть базиса	Ход	
	прямо	обратно
I	1—2	3—4
II	5—6	1—2
III	3—4	5—6

Рекомендуется составлять пары проволок, участвующих в прямом и обратном ходах измерения данной части базиса, из проволок, имеющих различные температурные коэффициенты. Образец журналы измерения базиса приведен в приложении 48.

§ 168. При расположении базиса на льду его измеряют сквозными ходами (прямым ходом от одного конца базиса к другому и затем обратно). Каждый ход измеряется тремя проволоками по схеме: ход «прямо» — 1-я, 2-я и 3-я проволоки, ход «обратно» — 4-я, 5-я и 6-я проволоки.

Сквозные ходы (прямой и обратный) должны быть независимы один от другого; временные центры прямого и обратного ходов не привязываются один к другому.

По такой же схеме выполняют измерение по кольям при малостойчивом грунте.

§ 169. Непосредственное измерение выходной стороны триангуляции проводят четырьмя проволоками по секциям. При этом измерение ходом «прямо» ведут одной парой проволок, а измерение ходом «обратно» — другой.

§ 170. Запрещается измерять базисы при значительном ветре, дожде и температуре воздуха выше  $+35^{\circ}$  и ниже  $-10^{\circ}$  С.

Измерять базисы при температурах ниже нуля можно только в том случае, если у инварных проволок определены температурные коэффициенты для отрицательных температур.

§ 171. Примерно за 30 мин до начала измерения проволоки снимают с барабана и развешивают. Во время измерения проволоки располагают таким образом, чтобы подписи на шкалах всегда возрастали по ходу измерения.

Перед отсчетами по шкалам счетчики должны проверить установку станков, обращая особое внимание на то, чтобы струна не терлась о стенку желоба блока и чтобы блоки находились строго в створе базиса. Передний счетчик должен, кроме того, перед подвеской проволоки лично проверить прочность установки переднего штатива или кола и правильность установки целика и убедиться в достаточном закреплении всех зажимных винтов штатива и целика и т. п.

§ 172. Шкалу для отсчитывания устанавливают таким образом, чтобы скошенный край шкалы лишь слегка касался головки целика и совпадал с продольным штрихом на ней. При значительной раз-

ности уровней двух смежных целиков, вызывающей скольжение проволоки, передний счетчик при отсчитывании слегка прижимает шкалу к целику.

§ 173. Блочные станки во время измерения должны быть неподвижны. Гири не должны касаться земли или воды. Отсчитывание по шкалам можно начинать лишь после полного прекращения колебаний проволоки и гири. Сигнал для начала счета подает передний счетчик.

§ 174. Измерение пролета заключается в том, что по команде переднего счетчика делается последовательно три пары одновременных отсчетов по шкалам с точностью до 0,1 мм. Между парными отсчетами шкала сдвигается в одну сторону на 1—2 см от первоначального положения.

Отсчеты записывают в журнал, где тотчас же выводят величину разности П-З. Колебания этих разностей не должны превышать 0,3 мм. При больших расхождениях берут дополнительные отсчеты. Среднее выводят из всех отсчетов, за исключением явно ошибочных, которые вычеркивают.

§ 175. Закончив отсчитывание по первой проволоке, ее снимают и передают рабочим, которые тотчас переносят ее на следующий пролет, затем измеряют пролет второй проволокой и т. д.

§ 176. Пролеты, в которых один из штативов имеет вместо целика вкладыш в подставку центрира, измеряют в таком же порядке, но дважды каждой проволокой. Перед вторым измерением вкладыш поворачивают на 180°. Из полученных результатов берут для каждой проволоки среднее арифметическое.

§ 177. Во время измерений записывающий следит за разностями длин проволочек. Отклонения этих разностей от значений их по результатам эталонирования на компараторе не должны превышать  $\pm 0,2$  мм. Большие расхождения указывают обычно на просчет наблюдателей или на неисправность блоков. В таких случаях нужно проверить состояние блоков и повторить измерения. Явно ошибочные результаты отбрасывают, а из остальных берут среднее. Если изменившаяся разность продолжает оставаться такой же, то это указывает на изменение длины проволоки, и проволоку, изменившую длину, заменяют запасной.

§ 178. При переходе к следующему пролету задний счетчик идет вперед, а передний остается на месте и внимательно следит за неизменностью положения своего штатива при перестановке блочного станка. Следующие пролеты измеряют в том же порядке. В случае сомнений в неизменности положения последнего штатива вновь измеряют предыдущий пролет. Если результат нового измерения отличается от прежнего более чем на  $\pm 0,3$  мм, то возвращаются назад еще на один пролет и т. д.

§ 179. При переходе на последний пролет секции счетчик обязан перед измерением лично проверить посредством центрира правильность установки штатива над центром, а при измерении по кольям — устойчивость двух последних колеьев.



§ 180. Когда измерение в одну сторону закончено, делают измерения в обратном направлении. В обратном ходе наблюдатели меняются местами. Вместе с ними переходят и их рабочие с блоками и гириями.

§ 181. Температуру воздуха измеряют термометром-пращом через каждые 10—15 мин, но не реже чем через пять пролетов. Температуру отсчитывают после вращения термометра в течение 2—3 мин. В начале и конце секции записывают состояние погоды и время.

§ 182. На время перерыва в работе в поле оставляют под охраной три-четыре последних штатива секции, включая штатив с центриром.

В дальнейшем работу начинают от штатива с центриром или от другого штатива с целиком, надежно сохранившего свое положение, в чем убеждаются посредством контрольного измерения смежного пролета. Контрольные измерения не должны отличаться от основных на величину, большую  $\pm 0,3$  мм.

При измерении по кольям прерванную работу начинают от последнего кола, предварительно проверив путем контрольных измерений длину последнего пролета. Контрольные измерения обязательно записывают в журнал на отдельной странице.

§ 183. Короткие пролеты и «остаток» измеряют инварной ленточкой длиной 4—12 м. При этом берут трехкратные отсчеты как при измерении «прямо», так и при измерении «обратно». Для контроля «остаток» обязательно измеряют стальной рулеткой. Расположение коротких пролетов и их нумерацию схематически зарисовывают в журнале измерения.

§ 184. По окончании измерения секции подсчитывают ее длину по каждой проволоке с введением поправок за длину проволоки по данным эталонирования и за температуру.

Суммы средних значений П-3 по отдельным проволокам и все вычисленные поправки выписывают в дальнейшем в специальную ведомость.

§ 185. Длины секций, подсчитанные в полевых условиях по каждой проволоке, как правило, не должны расходиться между собой более чем на  $4\sqrt{L}$  мм, где  $L$  — длина секции, выраженная в километрах. В противном случае секцию вновь измеряют в одном направлении двумя проволоками. При выводе окончательного значения в расчет принимают результаты всех измерений.

§ 186. При измерении сквозными ходами подсчитывают по каждой проволоке длину всего базиса (предварительно приведенную к горизонту в случае измерения по штативам); как правило, значения длины базиса, полученные по отдельным проволокам, не должны различаться между собой более чем на  $8\sqrt{L}$  мм.

§ 187. При измерении ломаной стороны или базиса, кроме длины всех прямолинейных отрезков ее, измеряют с ошибкой не более 6'' все углы излома стороны и не более 3'' — углы излома базиса и оба угла при начальной и конечной точках между замыкающей линией и отрезком ломаной.

§ 188. Измерение базисов (базисных сторон) триангуляции 3 и 4 классов производится в соответствии с указаниями настоящей инструкции со следующими изменениями:

а) при нивелировании штатива с одной установки нивелира разрешается вести наблюдения до 100 м; расхождение между превышениями, полученными по черной и красной сторонам рейки, не должно превышать 5 мм для каждого 24-метрового пролета; нивелирование ведется в одном направлении;

б) измерение базиса (базисной стороны) ведется секциями, ходом «прямо» двумя проволоками и ходом «обратно» двумя другими. Измерение по кольям ведется сквозными ходами двумя проволоками ходом «прямо» и двумя другими — ходом «обратно». При измерении каждого пролета делаются последовательно три пары одновременных отсчетов по шкалам проволок. Расхождение разностей П-З не должно превышать 0,5 мм.

§ 189. В результате измерения базиса представляют следующие материалы:

1. Свидетельства длин проволок и с ними данные эталонирования.
2. Журналы линейных измерений, а при измерении ломаных базисов (или сторон) и журналы угловых измерений.
3. Журнал эталонирования ленточки для измерения коротких пролетов.
4. Журналы поштативной нивелировки.
5. Журналы нивелирной привязки.
6. Ведомости полевых подсчетов длин секций, поштативной нивелировки и нивелирной привязки.
7. Технический отчет.

§ 190. Окончательное вычисление базиса (выходной стороны) и оценку точности производят по указаниям Наставления по вычислению базисов.

В измеренные длины базисов (выходных сторон) должны быть введены поправки:

1. За уравнения проволок.
2. За температуру.
3. За ошибки делений шкал (только для триангуляции 1 класса).
4. За наклон шкал (только для триангуляции 1 класса).
5. За несимметрию цепной линии (только для триангуляции 1 и 2 классов).
6. За изменение силы тяжести (только для триангуляции 1 класса).
7. За приведение к горизонту.
8. За проектирование на эллипсоид Красовского.

## VIII. АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

§ 191. Для астрономических определений применяют:

1) для определения широт и времени — 2-секундные или 5-секундные универсальные инструменты типа АУ-2''/10'' и У-5''/5''.

Инструменты, предназначенные для определения времени, снабжаются контактными микрометрами. Определение широт по измерению близмеридианных зенитных расстояний производится астрономическими инструментами с  $2''$  вертикальными кругами.

Для определения широт и времени способами равных высот инструмент должен иметь талькоттовский уровень с ценой деления  $1-2''$ , а для определения широт по измерению близмеридианных зенитных расстояний — уровень при алидаде вертикального круга с ценой деления около  $2''$ . Определение времени по способу Деллена производится 2-секундным инструментом, имеющим накладной (на горизонтальную ось) уровень с ценой деления около  $2'',5$ ;

2) для определения азимутов — 2-секундные универсальные инструменты типа АУ- $2''/10''$ , имеющие накладной (на горизонтальную ось) уровень с ценой деления около  $2'',5$ ;

3) полевые кварцевые часы или за отсутствием их морские контактные хронометры.

**Примечание.** Инструменты, указанные в пунктах 1) и 2), могут заменяться другими соответствующими универсальными инструментами.

§ 192. Астрономические подразделения снабжают походными приемными радиостанциями и приборами для полуавтоматического приема сигналов времени. Для записи наблюдений с применением контактного микрометра астрономические подразделения снабжают хронографами. Пишущий или маркопечатающий хронограф должен быть отрегулирован так, чтобы интервал на хронограмме между последовательными секундными штрихами имел длину  $16-20$  мм.

Обработку астрономических определений производят в системе звездного каталога FK-4.

## 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ШИРОТЫ

§ 193. Астрономическую широту определяют по одному из следующих способов: Талькотта, Певцова и из измерений близмеридианных зенитных расстояний северных и южных звезд. Разрешается также определять широты и долготы по способу равных высот (из совместного определения широты и долготы).

При определении широты 2-секундным инструментом следует наблюдать не менее 10 пар звезд, а при определении широты 5-секундным инструментом — не менее 16 пар.

§ 194. По способу Талькотта широту определяют по наблюдениям на постоянных нитях или в произвольных малых часовых углах в следующем порядке:

а) при наблюдениях на постоянных нитях подвижную горизонтальную нить микрометра наводят на звезду в моменты прохождения ее через пять неподвижных вертикальных нитей и после каждого наведения берут отсчеты барабана окулярного микрометра; отсчеты талькоттовского уровня делают перед началом наблюдений и в конце наблюдения каждой звезды пары (приложение 49);

б) при наблюдениях в произвольных малых часовых углах (приложение 50) подвижную горизонтальную нить микрометра наводят на звезду пять раз при прохождении ее через поле зрения трубы с отсчетами каждый раз хронометра и барабана микрометра. Рекомендуется два-три наведения делать до прохождения звездой средней вертикальной нити, а остальные — после прохождения. Отсчеты талькоттовского уровня берут в начале и в конце наблюдения каждой звезды пары.

При наблюдениях зенитной звезды необходимо делать не менее трех наведений при каждом положении инструмента.

Для обоих видов наблюдения по способу Талькотта установка инструмента в меридиане производится с ошибкой, не превышающей  $2'$  (с учетом коллимационной ошибки). Установка инструмента в меридиане производится по азимуту местного предмета, определенному с ошибкой до  $1'$ .

При определении широты по способу Талькотта необходимо особенно тщательно устанавливать подвижную нить окулярного микрометра в горизонтальное положение и периодически контролировать установку инструмента в меридиане по азимуту земного предмета.

Окончательное значение широты находится из уравнительных вычислений с учетом поправки к принятой цене оборота барабана микрометра.

Пары Талькотта должны удовлетворять следующим условиям: среднее зенитное расстояние пары звезд не должно превышать  $50^\circ$ , разность зенитных расстояний звезд, составляющих пару не должна превышать  $16'$ ; разность прямых восхождений звезд пары должна лежать в пределах  $3-15^m$ ; яркость звезд не должна быть ниже  $6,0$ .

Общая программа пар Талькотта должна быть подобрана так, чтобы сумма разностей зенитных расстояний южных и северных звезд не превышала величины порядка  $\pm 30'$ . Для подбора пар звезд служат «Программа способа Талькотта» или «Рабочие эфемериды пар Талькотта» для соответствующих широт.

§ 195. При определении широты по способу Певцова (приложение 51) наблюдение каждой звезды пары состоит из определения моментов прохождения ее через семь неподвижных горизонтальных нитей сетки трубы. Во время наблюдения звезда удерживается внутри вертикального биссектора или вблизи одной из его нитей вращением азимутального микрометрического винта. Отсчеты по уровню Талькотта берут по возможности после прохождения звезды через каждую нить, особенно при наблюдениях вблизи меридиана. До наблюдения необходимо тщательно нивелировать инструмент, чтобы избежать больших поправок за изменение наклона трубы при наблюдении звезд пары.

Подбор пар звезд для способа Певцова делается по «Эфемеридам для определения широты по соответственным высотам звезд».

При отборе пар звезд необходимо соблюдать следующие условия:

а) зенитное расстояние звезд пары должно быть в пределах 15—50°;

б) промежуток времени между прохожденьями звезд пары должен быть не более 15<sup>м</sup>.

§ 196. При определении широты по способу измерений близмеридианных зенитных расстояний северных и южных звезд (приложение 52) каждая пара звезд наблюдается при одном круге. Для каждой звезды измеряют зенитные расстояния последовательно одно за другим шесть раз; отсчеты по уровню при алидаде вертикального круга до и после наблюдения каждой звезды. Наблюдения звезды производят так, чтобы несколько наведений на звезду сделать до кульминации звезды и несколько после нее.

Вместо одного наведения на звезду вращением микрометрического винта по высоте можно трижды наводить на звезду подвижную нить окулярного микрометра с отсчетами каждый раз его барабана. При этом достаточно измерить зенитное расстояние звезды три раза.

В середине наблюдения звезд пары берут отсчеты по барометру и термометру. При переходе к наблюдениям следующей пары трубу переводят через зенит и переставляют вертикальный круг на угол

$$\frac{180^\circ}{n},$$

где  $n$  — число пар.

Подбор пар звезд для указанного способа надлежит делать с соблюдением следующих условий:

а) среднее зенитное расстояние звезд пары должно лежать в пределах 15—50°;

б) интервал между наблюдениями звезд пары не должен превышать 20<sup>м</sup>;

в) разность зенитных расстояний звезд пары не должна превышать 6°.

§ 197. При совместном определении широты и долготы по способу равных высот наблюдения производят согласно указаниям, приведенным в приложении 53.

Для вывода широты пункта с необходимой точностью следует провести наблюдения по способу равных высот не меньше 6 серий по 12 звезд, не менее чем в три вечера.

При подготовке рабочих эфемерид для наблюдений используют «Эфемериды звезд совместного определения времени и широты по способу равных высот».

§ 198. Окончательное значение широты приводят к центру пункта, уровню моря и среднему полюсу.

## 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОЛГОТЫ

§ 199. Определение долгот полевых пунктов состоит из определения местного звездного времени по наблюдениям звезд, гринвичского звездного времени по приемам радиосигналов на данном пункте

и определения личной разности астронома в начале и конце полевого сезона.

Для определения времени в широтах южнее  $70^\circ$  основным является способ Цингера, но может применяться и способ Деллена. В широтах севернее  $70^\circ$  для определения времени применяется только способ Деллена. В широтах южнее  $70^\circ$  разрешается производить совместное определение широты и долготы по способу равных высот.

При долготных определениях регистрация звездных прохождений производится с применением контактного микрометра и хронографа.

Указания по совместному определению времени и широты по способу равных высот приведены в приложении 53.

§ 200. Для определения личной разности астрономы перед началом и по окончании полевого сезона определяют долготу на одном из основных астрономических пунктов, указанных в приложении 54.

Личная разность должна быть определена каждый раз из результатов не менее чем четырех вечеров наблюдений с весом восемь.

Личную разность рекомендуется определять на исходных пунктах, широты которых не отличаются значительно от широт определяемых полевых пунктов.

Личную разность и долготы полевых астрономических пунктов определяют одним и тем же способом и инструментом для наблюдения. Рекомендуется после первого определения личной разности не менять хронометр, хронограф и прибор для приема радиосигналов времени.

§ 201. Определение долготы в данный вечер может выполняться по программам А или Б.

Программа А:

- 1) первый прием сигналов радиостанции;
- 2) определение времени;
- 3) второй прием сигналов радиостанции.

Программа Б:

- 1) первое определение времени;
- 2) прием сигналов радиостанции;
- 3) второе определение времени.

Каждая из этих программ дает возможность сделать по одному выводу долготы пункта. Если не мешает облачность и другие обстоятельства, то следует каждый вечер получать по два вывода долготы. В программе А второй прием сигналов радиостанции может быть общим для первого и второго вывода долготы. В программе Б в первый вывод долготы включают первую половину поправок хронометра из второго определения времени, а во второй — вторую половину.

При прочих равных условиях отдается предпочтение определению долготы по программе А.

При определении долгот сигналы времени принимают через 1—2 ч. В исключительных случаях разрешается расширять интервал

между смежными приемами радиосигналов до 4 ч (для морских хронометров только при условии равномерного заполнения поправками всего интервала между сигналами).

Образец журнала приема радиосигналов времени дан в приложении 57.

§ 202. Окончательное значение долготы пункта должно быть выведено не менее чем из трех вечеров наблюдений и с весом не менее шести.

§ 203. При определении времени по программе А для вывода долготы с весом единица необходимо брать: при способе Цингера не менее чем 6 пар, при способе Деллена — не менее чем 4 пары, а для способа равных высот — одну серию не менее 12 звезд.

При определении времени по программе Б каждое определение времени для первого и второго выводов долготы должно состоять для способа Цингера — из наблюдений не менее четырех пар, а для способа Деллена — не менее чем из двух пар.

Если между двумя смежными приемами радиосигналов времени, разделенными интервалом в 1 или 2 ч, произведено наблюдение 5 пар Цингера или 2 пар Деллена, то выводу долготы придается вес 0,8, а если четыре пары Цингера, то придается вес 0,5.

В случае, когда при совместном определении времени и широты по способу равных высот в серии произведено наблюдение 10 звезд, то выводу долготы придается вес 0,8, а если 8 звезд, то придается вес 0,5.

При трех-четырёхчасовом интервале между приемами радиосигналов для получения долготы с весом единица необходимо провести наблюдение 10 пар Цингера или 6 пар Деллена; при 6 парах Цингера или 3 парах Деллена долготы приписывают вес 0,5.

§ 204. При определении времени по способу Цингера звезды в парах наблюдают на одной и той же высоте, вблизи первого вертикала и симметрично плоскости меридиана (приложение 56).

Пары Цингера наблюдают в чередующемся порядке: *EW*, *WE*, *EW*, ... и т. д. или наоборот.

Поправка хронометра по способу Цингера с применением контактного микрометра определяется в следующем порядке.

Подвижную нить микрометра отводят от нуля пункта навстречу появлению в поле зрения трубы изображения звезды и устанавливают в положении примерно 1,5 оборота от нуля пункта. С приближением изображения звезды в поле зрения трубы к соответствующему координатному биссектору отсчитывают талькоттовский уровень. Затем вертикальную координатную нить азимутальным микрометренным винтом наводят на звезду и удерживают на ней вращением этого винта. Как только звезда достигает пересечения вертикальной координатной нити с координатным биссектором, движение алидадной части инструмента по азимуту прекращают и дают сигнал для пуска хронографа.

С момента вступления звезды на подвижную нить последнюю все время удерживают на звезде на протяжении трех оборотов барабана,



вращая обеими руками маховички контактного микрометра. После этого дают сигнал остановки хронографа и снова берут отсчеты по уровню Талькотта.

После наблюдения первой звезды пары для исключения влияния параллаксов перьев электромагниты пишущего или маркопечатающего хронографа переключают так, что перо, записывающее сигналы микрометра, будет записывать сигналы хронометра и наоборот. Вторую звезду пары наблюдают аналогичным способом.

§ 205. При определении времени по способу Деллена наблюдают прохождения южных звезд в вертикале Полярной (приложение 57).

Наблюдения выполняют в следующем порядке. Перед наблюдением Полярной устанавливают подвижную нить микрометра на заранее рассчитанный отсчет. Действуя микрометренным винтом алидады наводят подвижную нить на Полярную и отсчитывают по накладному рамному уровню.

Наблюдения Полярной начинают в эфемеридный момент. Эти наблюдения состоят из четырех последовательных наведений подвижной нити микрометра на звезду и отсчитываний по хронометру и микрометру.

Рекомендуется моменты наведения на Полярную фиксировать на ленте хронографа при помощи специальной клавиши. Наблюдения Полярной заканчивают отсчетами по уровню.

Перед наблюдением южной звезды трубу переводят через зенит, устанавливают ее на зенитное расстояние звезды и отсчитывают по уровню. При приближении южной звезды к первой по ходу звезды ограничительной нити удерживают ее изображением на подвижной нити на протяжении трех оборотов микрометричного винта (до второй ограничительной нити). При наблюдении звезда должна находиться вблизи средней горизонтальной нити. Вторично отсчитывают уровень. Вторая половина наблюдения пары начинается с поворота верхней части инструмента по азимуту на угол  $180^{\circ} 30'$ , перевода трубы через зенит и установки зенитного расстояния той же южной звезды.

Второе наблюдение южной звезды выполняется в той же последовательности и на тех же оборотах винта контактного микрометра, что и первое. После наблюдения южной звезды трубу переводят через зенит и сразу же проводят наблюдения Полярной точно так же, как и в начале.

В середине наблюдения пары переключатель параллакса переводят из одного положения в другое.

На каждом пункте определяют цену оборота винта контактного микрометра по наблюдениям трех звезд в меридиане или в элонгации.

Каждый вечер определяют мертвый ход винта микрометра и один раз на каждом пункте — ширину контактов.

§ 206. Для подбора звезд применяют: для способа Цингера — «Рабочие эфемериды пар Цингера» для соответствующих широт; для

способа Деллена — «Астрономический ежегодник»; для совместного определения широты и долготы — «Эфемериды звезд для совместного определения времени и широты по способу равных высот».

При определении времени по способу Цингера из «Рабочих эфемерид» выбирают пары звезд с зенитными расстояниями от 20 до 50° и азимутами от 65 до 115°.

В широтах от 60 до 70° допускается наблюдение пар с зенитными расстояниями до 55° и азимутами в пределах 60—120°.

При определении времени по способу Деллена выбирают из «Астрономического ежегодника» южные звезды с зенитными расстояниями от 10 до 50°.

§ 207. При определении долгот принимают сигналы только тех радиостанций, моменты подачи сигналов которых публикуются в бюллетенях эталонного времени. Прием сигналов производится полуавтоматическим способом, предпочтительно должны приниматься радиосигналы, передаваемые на длинных волнах.

Астроном, определяющий долготу, обязан вычислить ее до отъезда с пункта по программным моментам подачи сигналов с весом не менее двух (приложение 58).

§ 208. Долготу астропункта, как и личную разность астронома, выводят с обязательным учетом моментов передач сигналов времени, скорости распространения электромагнитных волн и короткопериодических членов нутации.

Окончательную долготу исправляют поправкой за личную разность астронома, а также приводят к центру пункта и среднему полюсу.

### 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ АЗИМУТА

§ 209. Азимут определяют как днем, так и ночью при наличии благоприятных условий для наблюдений земного предмета. Дневные наблюдения рекомендуется прекращать за полчаса до захода Солнца, а ночные начинать спустя полчаса после его захода. Исполнять всю программу наблюдений только ночью не разрешается.

Азимут определяют 18 приемами, причем лимб между приемами переставляют на 10° 5'. Программа определения азимута должна быть выполнена минимум в течение трех суток.

При определении азимута наблюдают обязательно на гелиотроп или фонарь, установленный на сигнале.

§ 210. Азимут определяют астрономический, по часовому углу Полярной, или геодезический, из наблюдения прохождений звезд в меридиане.

Если рельеф местности обеспечивает необходимую высоту визирного луча, то азимут наблюдают с астрономического столба, который устанавливают примерно в створе наблюдаемого направления.

При определении азимута со столба каждый прием содержит следующие действия:

а) наблюдение земного предмета — четыре наведения окулярным микрометром с отсчетами по барабану и отсчет по горизонтальному лимбу (перед первым наведением алидаду повертывают против хода часовой стрелки на  $30-40^\circ$ );

б) поворот алидады по ходу часовой стрелки на величину измеряемого угла; наблюдение Полярной — отсчет по накладному уровню, три наведения окулярным микрометром на Полярную с соответствующими отсчетами по хронометру и микрометру, отсчет по уровню и отсчеты по микроскопам;

в) перекладку уровня на  $180^\circ$ ;

г) второе наблюдение Полярной, как в пункте «б» (перед наведением алидаду повертывают против хода часовой стрелки на  $30-40^\circ$ );

д) поворот алидады по ходу часовой стрелки на величину дополнения измеряемого угла до  $360^\circ$ ; второе наблюдение земного предмета, как в пункте «а».

Перечисленные действия составляют полуприем; во втором полуприеме трубу переводят через зенит и все перечисленные действия повторяют, но изменяют направление движения алидады на обратное.

При определении азимута со столика сигнала используется поверительная труба. В этом случае при наблюдении земного предмета и Полярной в момент каждого наведения окулярного микрометра главной трубы делают наведение на марку подвижной нити окулярного микрометра поверительной трубы и производят отсчеты по барабану микрометра. В отличие от порядка наблюдения со столба здесь при каждом наблюдении Полярной после отсчета горизонтального круга переключают накладной уровень.

При наведении подвижной нити окулярного микрометра на земной предмет колебания отсчетов по барабану окулярного микрометра главной трубы, исправленные поправками за поверительную трубу, должны находиться в пределах трех делений барабана.

**Примечание.** Если при наблюдении земного предмета угол наклона визирного луча к горизонту более  $1^\circ$ , то отсчитывают по накладному уровню по одному разу при каждом наблюдении земного предмета.

Для вычисления поправки в отсчеты горизонтального круга за окулярный микрометр поверительной трубы определяют зенитное расстояние марки, на которую наводят нить окулярного микрометра поверительной трубы (приложение 59).

§ 211. Полевой контроль каждого полуприема производится немедленно по его окончании и заключается в сравнении исправленных поправками за поверительную и главную трубу отсчетов по лимбу при наведении на земной предмет, разность между которыми не должна превышать  $4''$ . В приеме колебание двойной коллимационной ошибки по отсчетам на земной предмет не должно выходить за пределы  $6''$ , а колебание нуля пункта уровня — за пределы трех полуделений.

Все приемы, удовлетворяющие указанным требованиям, вычисляются в поле до десятых долей секунды.

Расхождения отдельных значений азимута в приемах должны находиться в пределах 6".

Величина коллимации  $C$ , выведенная по наблюдениям земного предмета, должна согласовываться с выводом по Полярной в пределах до 5".

Если полученные приемы не удовлетворяют этим условиям, то проводят их повторные наблюдения в обычном порядке на тех же установках лимба. В обработку принимают все приемы, за исключением явно ошибочных.

§ 212. Расхождение окончательных значений прямого и обратного азимутов, вычисленное по формуле

$$\Delta a = (a_{1,2} - a_{2,1} \pm 180^\circ) - (\lambda_1 - \lambda_2) \sin \varphi_m,$$

не должно превышать 2",5.

§ 213. При наблюдениях азимута для вычисления поправки хронометра и его хода принимают сигналы времени через 2—4-часовые и в крайнем случае через 6-часовые интервалы. Наблюдения азимута должны быть заключены между приемами сигналов времени. Поправку хронометра и его ход можно также получать и из астрономических наблюдений.

§ 214. Окончательное значение азимута приводят к центрам пунктов, уровню моря и среднему полюсу, а также исправляют поправкой за неуровненности фигуры цапф.

§ 215. Непосредственное определение геодезического азимута из астрономических определений, не требующее знания астрономических широты и долготы, производится при помощи инструмента типа АУ-2"/10", снабженного контактным микрометром.

Процесс определения геодезического азимута состоит из определения личной разности на одном из основных астрономических пунктов до и после полевых наблюдений и из астрономических определений на полевом пункте.

§ 216. Определение личной разности заключается в наблюдении прохождения пар звезд через меридиан на больших зенитных расстояниях. Пара звезд включает в себя южную звезду и северную, наблюдаемую, как правило, в нижней кульминации.

Каждое определение личной разности должно быть выполнено с весом восемь, не менее чем в четыре вечера наблюдений. Программа наблюдений с весом единица состоит из: 1) приема радиосигналов времени, 2) наблюдения 4—5 пар звезд, 3) второго приема радиосигналов времени.

Нормальный интервал между двумя смежными приемами радиосигналов — 2 ч. Увеличение интервала до 3—4 ч при работе с морским хронометром может быть допущено только при условии равномерного заполнения всего интервала наблюдений и увеличения числа пар до 6—8.

Из наблюдений каждой пары звезд вычисляют величину  $\Delta T$ . Среднее  $\Delta T$  из всех наблюденных на основном пункте пар является поправкой за личную разность. Простое среднее из начального и заключительного определений является окончательной поправкой за личную разность, вводимой в моменты наблюдения звезд на полевых пунктах.

При подборе звезд в пары учитывается, что интервал между наблюдениями звезд в паре и интервал между двумя парами не должен быть меньше 8 мин. Максимальный интервал между наблюдениями звезд в паре не должен превышать 20 мин. Зенитные расстояния звезд выбирают в пределах  $50-75^\circ$ . Для подбора звезд используют «Астрономический ежегодник» (АЕ) и «Каталог геодезических звезд» (КГЗ).

Перед наблюдениями инструмент устанавливают в меридиане с точностью  $1-2'$ . Пользуясь эфемеридами, трубу устанавливают на зенитное расстояние первой звезды пары. Инструмент устанавливают по азимуту  $360^\circ - \Delta a$  для южной звезды или по азимуту  $180^\circ - \Delta a$  для северной. Величину  $\Delta a$  выбирают постоянной для всех звезд — обычно в пределах от 20 до  $30'$ .

Наблюдения каждой звезды проводят следующим образом. За  $5-6$  мин до эфемеридного момента прохождения звезды через меридиан отсчитывают по накладному уровню, перекаладывают его на оси, отсчитывают по обоим микроскопам-микрометрам горизонтального круга.

Прохождение звезды наблюдают на протяжении трех центральных оборотов винта контактного микрометра, около средней горизонтальной нити. После прохождения звезды вторично отсчитывают по накладному уровню и переводят трубу через зенит для наблюдения этой же звезды при другом положении инструмента, при этом инструмент устанавливают в азимуте  $0^\circ + \Delta a$  для южной звезды или  $180^\circ + \Delta a$  для северной.

Наблюдения при другом положении круга инструмента выполняют в такой последовательности: отсчитывают по уровню и перекаладывают его, наблюдают прохождения звезды на тех же самых оборотах винта, снова отсчитывают по уровню, после чего отсчитывают по двум микроскопам-микрометрам горизонтального круга. Вторую звезду пары наблюдают аналогичным образом.

Колебание нульпункта уровня при наблюдениях пары не должно превышать трех полуделений.

Образец журнала для записи определений личной разности приведен в приложении 61.

§ 217. Определение геодезического азимута направления на земной предмет на полевом пункте состоит из наблюдения прохождений серии южных и северных звезд через меридиан на больших зенитных расстояниях и измерения направления на земной предмет.

Полная программа определения геодезического азимута на пункте состоит из наблюдения 18 звезд. Наблюдения одной звезды состав-

вляют один прием. Между приемами лимб переставляют на угол  $10^{\circ}05'$ . Каждый прием состоит из наблюдения: 1) земного предмета при круге L (R); 2) земного предмета при круге R (L); 3) прохождения звезды при помощи контактного микрометра через вертикал, близкий к меридиану при круге R (L); 4) прохождения той же самой звезды через вертикал, расположенный по другую сторону меридиана при круге L (R); 5) земного предмета при круге L (R); 6) земного предмета при круге R (L).

При наблюдениях со столика сигнала применяется поверительная труба.

При составлении эфемерид из АЕ или КГЗ выбирают подходящие по времени звезды, кульминирующие на зенитных расстояниях от  $50$  до  $75^{\circ}$ . Северные звезды берут, как правило, в нижней кульминации. Рекомендуется наблюдать примерно равное число южных и северных звезд, соблюдая условие  $(\cos a \operatorname{ctg} z)_{\text{ср}} \leq 0,10$ .

Прием радиосигналов производится, как правило, через каждые 2 ч.

Порядок наблюдений в отдельном приеме применительно к наблюдениям со столика сигнала следующий.

1. Наблюдение земного предмета: по три одновременных наведения подвижными нитями контактного микрометра и микрометра поверительной трубы соответственно на земной предмет с отсчетами по барабанам микрометров и отсчеты горизонтального круга по двум микроскопам-микрометрам.

2. Наблюдение земного предмета при другом положении круга инструмента — так же, как в пункте 1.

3. Установка трубы на зенитное расстояние звезды и установка алидады горизонтального круга на отсчет, равный  $N - \Delta a$  для северной звезды или  $N \pm 180^{\circ} - \Delta a$  для южной, где  $N$  — место севера на горизонтальном круге, которое должно быть известно с точностью  $2'$ ,  $\Delta a$  — упреждение по азимуту.

В средних широтах достаточно брать  $\Delta a = 30'$  для всех южных звезд и  $\Delta a = 20'$  — для всех северных. За  $5-6^m$  до момента прохождения звезды через меридиан берут отсчеты по накладному уровню и затем его перекладывают.

Далее берут отсчет по горизонтальному кругу. Прохождение звезды наблюдают на протяжении трех центральных оборотов винта контактного микрометра. После наблюдения прохождения звезды вторично отсчитывают по уровню и переводят трубу через зенит для наблюдения этой же звезды при другом положении инструмента, алидаду при этом устанавливают на отсчет  $N \pm 180^{\circ} + \Delta a$  ( $N + \Delta a$ ). Наблюдение звезды при втором положении инструмента производится в таком же порядке, как и при первом, с тем лишь отличием, что отсчеты по горизонтальному кругу производят после наблюдений звезды, вслед за вторым отсчетом по уровню. При наблюдении прохождения звезды делают по три наведения поверительной трубы на мирю при каждом положении инструмента.

4 и 5. Повторные наблюдения земного предмета, как в пунктах 1 и 2.

Допуски полевого контроля аналогичны допускам контроля при определении астрономического азимута по часовому углу Полярной.

При вычислениях геодезического азимута пользуются значениями геодезических широты и долготы, взятыми из каталога. Окончательное значение геодезического азимута приводят к центрам пунктов, к поверхности эллипсоида, к среднему полюсу и исправляют поправкой за неправильности фигуры цапф.

Образец журнала наблюдений приведен в приложении 62.

§ 218. Для приведения широты и долготы к центру пункта измеряют расстояние (исправленное за наклон к горизонту) между центром инструмента и центром пункта и определяют азимут направления «центр инструмента — центр пункта».

Для приведения азимута к центру пункта при определении его со столба измеряют расстояние (исправленное за наклон к горизонту) между центром инструмента и центром пункта и угол при центре инструмента между направлениями на центр данного пункта и на сигнал, азимут направления на который определяется.

Расстояния измеряют проверенной стальной рулеткой дважды. Расхождение между результатами измерений расстояния для приведения азимута не должно превышать 5 мм, а для приведения широты и долготы — не должно превышать 20 мм.

Для приведения к центру пункта азимута, наблюденного со столика сигнала, элементы приведения определяют графически два раза: перед началом наблюдений и по окончании их. В том же порядке определяют элементы приведения гелиотропа и фонаря.

На каждом пункте в соответствующем журнале приводят схематический чертеж взаимного расположения центра пункта инструмента гелиотропа, фонаря направления меридиана, а также выписывают полученные из измерений элементы центрировки и редукции (приложение 60).

§ 219. По окончании астрономических определений сдают следующие документы:

1. Материалы исследования инструментов и определения их постоянных.
2. Журналы определения широт, азимутов и поправок хронометра.
3. Журналы приема сигналов времени.
4. Тетради по определению элементов приведений.
5. Тетради вычислений приближенных азимутов, широт и долгот.
6. Листы графического определения элементов центрировок и редукций.
7. Материалы полевых вычислений азимутов, поправок хронометра, широт и долгот.
8. Хронографические ленты.
9. Технический отчет.



## IX. ПОЛЕВЫЕ ЖУРНАЛЫ

§ 220. Результаты угловых и линейных измерений и астрономических и гравиметрических определений записывают в полевые журналы установленной формы для каждого вида работ, способа, программы наблюдений и типа инструмента.

Журналы, предназначенные для полевых работ, являются документами строгого учета; страницы журналов должны быть пронумерованы, и число их должно быть заверено начальником отдела технического контроля или начальником отряда.

§ 221. Все записи и вычисления в журнале должны быть полностью закончены и проверены до отъезда с пункта.

Результаты угловых и линейных измерений, астрономических и гравиметрических определений в полевых журналах записывают чернилами или простым карандашом. Во всех случаях записи следует вести аккуратно, четким почерком, не допуская неясных цифр и букв. Применять так называемую «шариковую» ручку и химический карандаш не разрешается.

Результаты не принятых в обработку измерений зачеркивают в журнале с указанием причины их зачеркивания.

§ 222. Подчистка резинкой и записи по написанному, а также исправления отсчетов в полевых журналах не допускаются. Могут быть допущены исправления в отчетах только явно ошибочных цифр старших разрядов, сходных с соответствующими цифрами повторяющихся отсчетов (просчеты или описки градусов и минут в угловых измерениях и т. п.).

Ошибочные цифры в отчетах, а также ошибки в вычислениях, обнаруженные во время проверки, аккуратно зачеркивают, а над ними пишут верные цифры.

---

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### ВЫЧИСЛЕНИЕ ВЕСА ВЫХОДНОЙ СТОРОНЫ БАЗИСНОЙ СЕТИ

В соответствии с § 34 настоящей Инструкции обратный вес выходной стороны базисной сети, вычисленный с весами направлений, равными единице, и выраженный в единицах шестого знака логарифма, не должен превышать 10, т. е.

$$\frac{1}{p} \leq 10.$$

Вычисление веса выходной стороны производится по общим правилам вычисления веса функции уравненных элементов (направлений). Для этой цели составляются условные уравнения сети и выражение весовой функции  $F$  для выходной стороны. Весовая функция  $F$  присоединяется к условным уравнениям, после чего осуществляется переход от коэффициентов условных уравнений и весовой функции к соответствующим коэффициентам нормальных уравнений коррелат. Решение нормальных уравнений производится по схеме Гаусса путем последовательного исключения коррелат.

Обратный вес  $\frac{1}{p}$  выходной стороны будет равен последнему коэффициенту в столбце  $f$ , полученному в результате исключения всех коррелат, т. е.

$$\frac{1}{p} = [ff \cdot n] = [ff] - \frac{[af]^2}{[aa]} - \frac{[bf \cdot 1]^2}{[bb \cdot 1]} - \frac{[cf \cdot 2]^2}{[cc \cdot 2]} - \dots$$

В приводимых ниже примерах вычисления веса выходной стороны простой ромбической базисной сети  $\frac{1}{p} = 7,4$  в единицах шестого знака логарифма, а для сложной базисной сети —  $\frac{1}{p} = 7,96$  в тех же единицах.

Для вычислений углы берут с округлением до  $1^\circ$ . Вычисления можно производить логарифмической линейкой.

**Вычисление веса выходной стороны  
Нижне-Унженской базисной сети 2 класса**

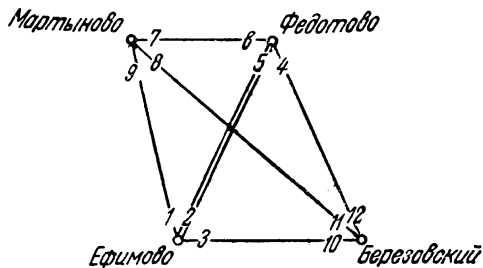


Таблица 1

ТАБЛИЦА УГЛОВ СЕТИ И ИЗМЕНЕНИЙ ЛОГАРИФМОВ ИХ СИНУСОВ  
ПРИ ИЗМЕНЕНИИ УГЛА НА 1'' ( $\delta$ ) В ЕДИНИЦАХ ШЕСТОГО ЗНАКА ЛОГАРИФМА

№ п. п.	Название пункта	№ направления	Углы	$\delta$
1	Ефимово . . . . .	3—2	69°	+0,8
2	Федотово . . . . .	5—4	75	+0,6
		6—4	118	-1,1
		6—5	42	+2,3
3	Мартыново . . . . .	8—7	40	+2,5
		9—7	72	+0,7
		9—8	32	+3,4
4	Березовский . . . . .	11—10	13	+9,1
		12—10	36	+2,9

Условные уравнения фигур составлены из треугольников: *ЕФБ*, *ЕМФ*, *МБФ*.

Для бокового условного уравнения взят полюс *Е*.

Весовая функция составлена из следующего соотношения:

$$MB = EF \cdot \frac{\sin(3-2)}{\sin(12-10)} \cdot \frac{\sin(6-4)}{\sin(8-7)}.$$

ТАБЛИЦА КОЭФФИЦИЕНТОВ УСЛОВНЫХ УРАВНЕНИЙ И ВЕСОВОЙ ФУНКЦИИ F

№ направления	a	b	c	d	f	S
1	-1					-1,0
2	+1	-1			-0,8	-0,8
3		+1			+0,8	+1,8
4		-1	-1	+0,6	+1,1	-0,3
5	-1	+1		-2,9		-2,9
6	+1		+1	+2,3	-1,1	+3,2
7	-1		-1	+0,7	+2,5	+1,2
8			+1	-3,4	-2,5	-4,9
9	+1			+2,7		+3,7
10		-1		+6,2	+2,9	+8,1
11			-1	-9,1		-10,1
12		+1	+1	+2,9	-2,9	+2,0

Таблица 3

ТАБЛИЦА КОЭФФИЦИЕНТОВ НОРМАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ КОРРЕЛЯТ

	a]	b]	c]	d]	f]	S]
[a	+6,0	-2,0	+2,0	+7,2	-4,4	+8,8
[b		+6,0	+2,0	-6,8	-5,3	-6,1
[c			+6,0	+9,6	-10,1	+9,5
[d				+163,06	+17,95	+191,01
[f					+33,02	+31,17

Таблица 4

РЕШЕНИЕ НОРМАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ КОРРЕЛЯТ

k <sub>1</sub>	k <sub>2</sub>	k <sub>3</sub>	k <sub>4</sub>	F	S
+6,00	-2,00	+2,00	+7,20	-4,40	+8,80
	+0,33	-0,33	-1,20	+0,73	-1,47
	+6,00	+2,00	-6,80	-5,30	-6,10
	-0,66	+0,66	+2,40	-1,47	+2,93
	+5,34	+2,66	-4,40	-6,77	-3,17
		-0,50	+0,83	+1,27	+0,59
		+6,00	+9,60	-10,10	+9,50
		-1,99	-0,20	+4,84	-1,36
		+4,01	+9,40	-5,26	+8,14
			-2,35	+1,31	-2,03
			+163,06	+17,95	+191,01
			-34,38	+12,00	-32,32
			+128,68	+29,95	+158,69
				-0,23	-1,23
				+33,02	+31,17
				-25,59	-23,72
			$\frac{1}{p} =$	+7,43	+7,45

**Вычисление веса выходной стороны  
Козьмодемьянской базисной сети 1 класса**

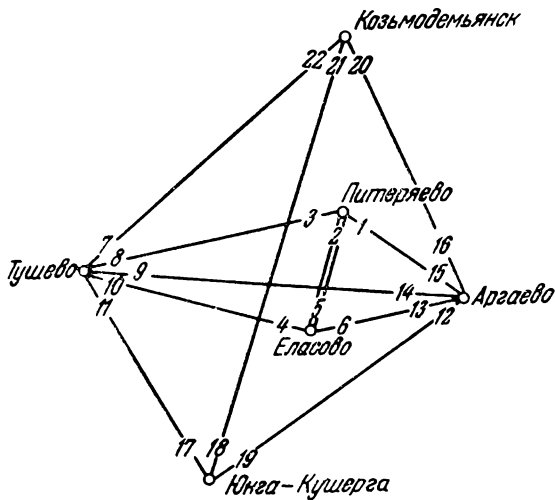


Таблица I

ТАБЛИЦА УГЛОВ СЕТИ И ИЗМЕНЕНИЙ ЛОГАРИФМОВ ИХ СИНУСОВ  
ПРИ ИЗМЕНЕНИИ УГЛА НА 1'' ( $\delta$ ) В ЕДИНИЦАХ ШЕСТОГО ЗНАКА ЛОГАРИФМА

№ п. п.	Название пункта	№ направления	Углы	$\delta$
1	Питеряево . . . . .	3—2	70°	+0,8
2	Еласово . . . . .	5—4	65	+1,0
		6—4	124	-1,4
		6—5	59	+1,3
3	Тушево . . . . .	9—7	42	+2,3
		11—7	102	-0,4
		9—8	22	+5,2
		10—8	45	+2,1
		11—9	60	+1,2
4	Аргаево . . . . .	14—13	33	+3,2
		15—13	62	+1,1
		15—14	29	+3,8
		16—14	84	+0,2
5	Юнга-Кушерга . . . . .	18—17	53	+1,6
		19—17	81	+0,3
		19—18	28	+4,0
6	Козьмодемьянск . . . . .	21—20	29	+3,8
		22—20	53	+1,6

Условные уравнения фигур составлены из треугольников *АРЕ*, *ТЕП*, *АТЕ*, *АТЮ*, *ТКА*, *ЮТК*.

Условные уравнения боковые составлены из четырехугольников *ПАЕТ* с полюсом *П* и *АЮТК* — с полюсом *А*.

Весовая функция составлена из следующего соотношения:

$$KЮ = EP \cdot \frac{\sin(3-2) \sin(6-4) \sin(16-14) \sin(11-7)}{\sin(10-8) \sin(14-13) \sin(22-20) \sin(18-17)}$$

Таблица 2

ТАБЛИЦА КОЭФФИЦИЕНТОВ УСЛОВНЫХ УРАВНЕНИЙ И ВЕСОВОЙ ФУНКЦИИ F

№ направления	a	b	c	d	e	g	h	i	f	S
1	-1									-1,0
2	+1								-0,8	-0,8
3		+1							+0,8	+1,8
4		-1	-1				+1,0		+1,4	+0,4
5	-1	+1					-2,3			-2,3
6	+1		+1				+1,3		-1,4	+1,9
7					-1	-1		+2,3	+0,4	+0,7
8		-1					+3,1		+2,1	+4,2
9			-1	-1	+1		-5,2	-3,5		-9,7
10		+1	+1				+2,1		-2,1	+2,8
11				+1		+1		+1,2	-0,4	+2,0
12				-1						-1,0
13	-1		-1				+1,1		+3,2	+2,3
14			+1	+1	-1		-3,8		-3,4	-6,2
15	+1						+2,7			+3,7
16					+1				+0,2	+1,2
17				-1		-1		+0,3	+1,6	-0,1
18						+1		-4,0	-1,6	-4,6
19				+1				+3,7		+4,7
20					-1			+2,2	+1,6	+2,8
21						-1		-3,8		-4,8
22					+1	+1		+1,6	-1,6	+2,0

Таблица 3

ТАБЛИЦА КОЭФФИЦИЕНТОВ НОРМАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ КОРРЕЛАТ

	a]	b]	c]	d]	e]	g]	h]	i]	f]	S
[a	+6,0	-2,0	+2,0	-	-	-	+5,2	-	-5,4	+5,8
[b		+6,0	+2,0	-	-	-	-4,3	-	-4,0	-2,3
[c			+6,0	+2,0	-2,0	-	+2,7	+3,5	-11,5	+4,7
[d				+6,0	-2,0	+2,0	+1,4	+8,1	+5,4	+12,1
[e					+6,0	+2,0	-1,4	-6,4	-	-3,8
[g						+6,0	-	-	-5,6	+4,4
[h							+71,98	+18,20	+18,12	+111,90
[i								+70,60	+8,28	+102,28
[f									+46,42	+40,92



## РЕШЕНИЕ НОРМАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ КОРРЕЛАТ

$k_1$	$k_2$	$k_3$	$k_4$	$k_5$	$k_6$	$k_7$	$k_8$	$F$	$S$
+6,00	-2,00	+2,00	—	—	—	+5,20	—	-5,40	+5,80
	+0,33	-0,33	—	—	—	-0,87	—	+0,90	-0,97
	+6,00	+2,00	—	—	—	-4,30	—	-4,00	-2,30
	-0,67	+0,67	—	—	—	+1,73	—	-1,80	-1,93
	+5,33	+2,67	—	—	—	-2,57	—	-5,80	-0,37
		-0,50	—	—	—	+0,48	—	+1,09	+0,07
		+6,00	+2,00	-2,00	—	+2,70	+3,50	-11,50	+4,70
		-2,00	—	—	—	-0,45	—	+4,70	-1,75
		+2,00	+2,00	-2,00	—	+2,25	+3,50	-6,80	+2,95
			-0,50	+0,50	—	-0,56	-0,88	+1,70	-0,74
			+6,00	-2,00	+2,00	+1,40	+8,10	-5,40	-12,10
			+1,00	+1,00	—	-1,12	-1,75	+3,40	-1,48
			+5,00	-1,00	+2,00	+0,28	+6,35	-2,00	+10,62
				+0,20	-0,40	-0,06	-1,27	+0,40	-2,12
				+6,00	+2,00	-1,40	-6,40	—	-3,80
				-1,20	+0,40	+1,18	+3,02	-3,80	+3,60
				+4,80	+2,40	-0,22	-3,38	-3,80	-0,20
					-0,50	+0,05	+0,70	+0,79	+0,04
					+6,00	—	—	-5,60	+4,40
					-2,00	—	-0,85	+2,70	-4,15
					+4,00	—	-0,85	-2,90	+0,25
					—	—	+0,21	+0,72	-0,06
						+71,98	+18,20	+18,12	+111,90
						-7,03	-2,47	+5,65	-7,46
						+64,95	+15,73	+23,77	+104,44
							-0,24	-0,37	-1,61
							+70,60	+8,28	+102,28
							-17,49	-0,55	-41,44
							+53,11	+7,73	+60,84
								-0,14	-1,15
								+46,42	+40,92
								-38,46	-32,94
							$\frac{1}{p} =$	+7,96	+7,98

**ПРИМЕРНЫЕ СХЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ  
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ СЕТИ**

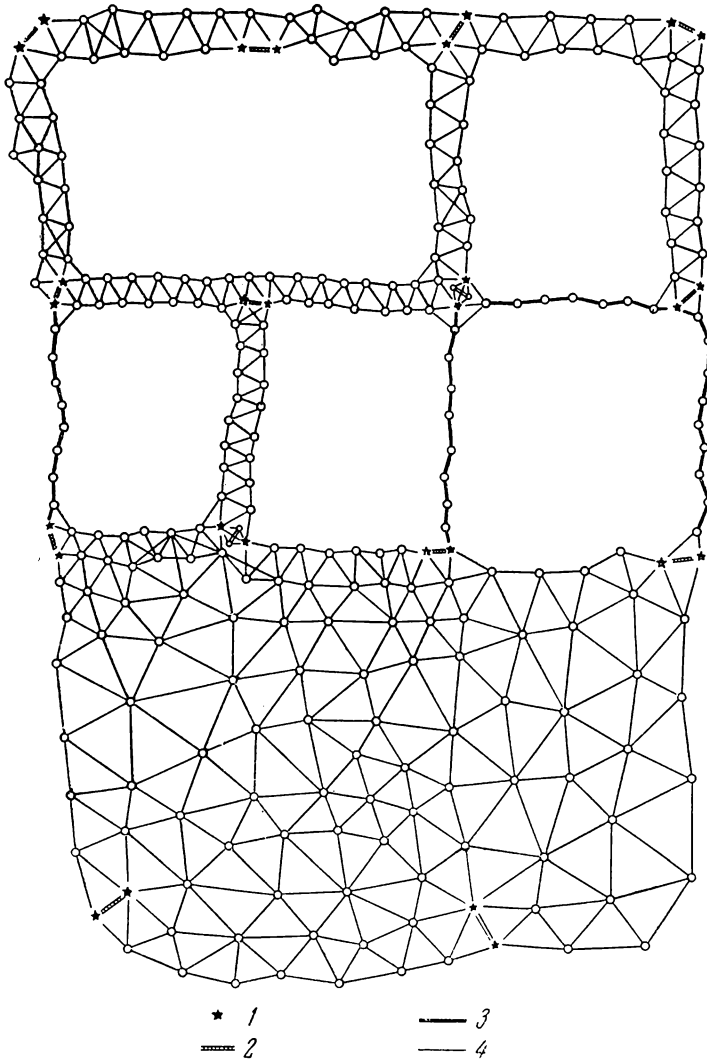


Рис. 1. Схема астрономо-геодезической сети

1 — пункт Лапласа; 2 — базис; 3 — сторона полигонометрии 1 класса;  
4 — сторона триангуляции 1 класса

Примечание. Схема государственной геодезической сети соответствует указаниям § 4 и 8 Инструкции

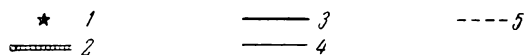
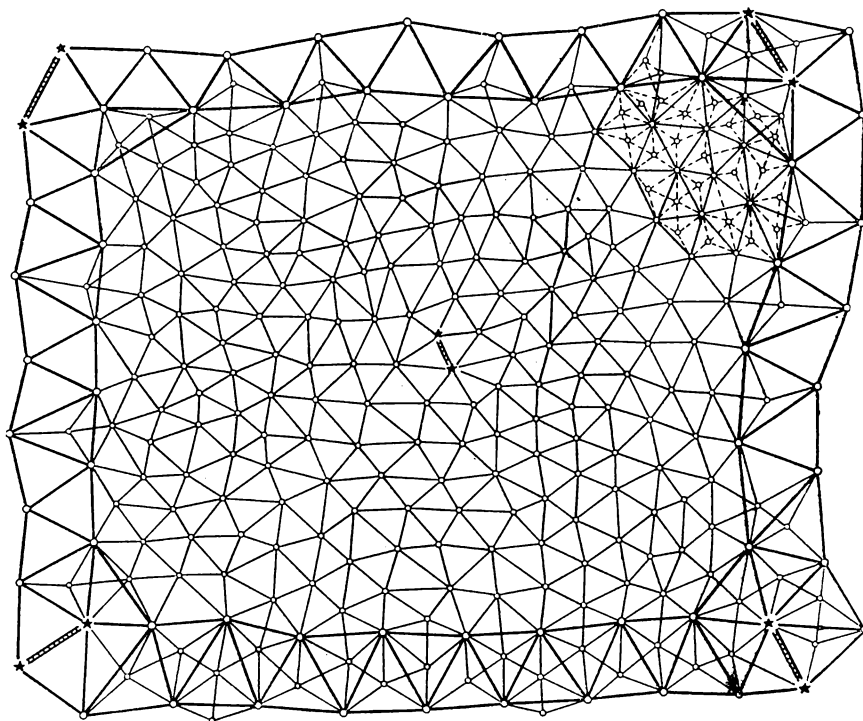


Рис. 2. Схема сети триангуляции 2 и 3 классов

1 — пункт Лапласа; 2 — базис; 3 — сторона триангуляции 1 класса; 4 — сторона триангуляции 2 класса; 5 — сторона триангуляции 3 класса

Примечание. Схема геодезической сети соответствует указаниям § 9 и 13 Инструкции

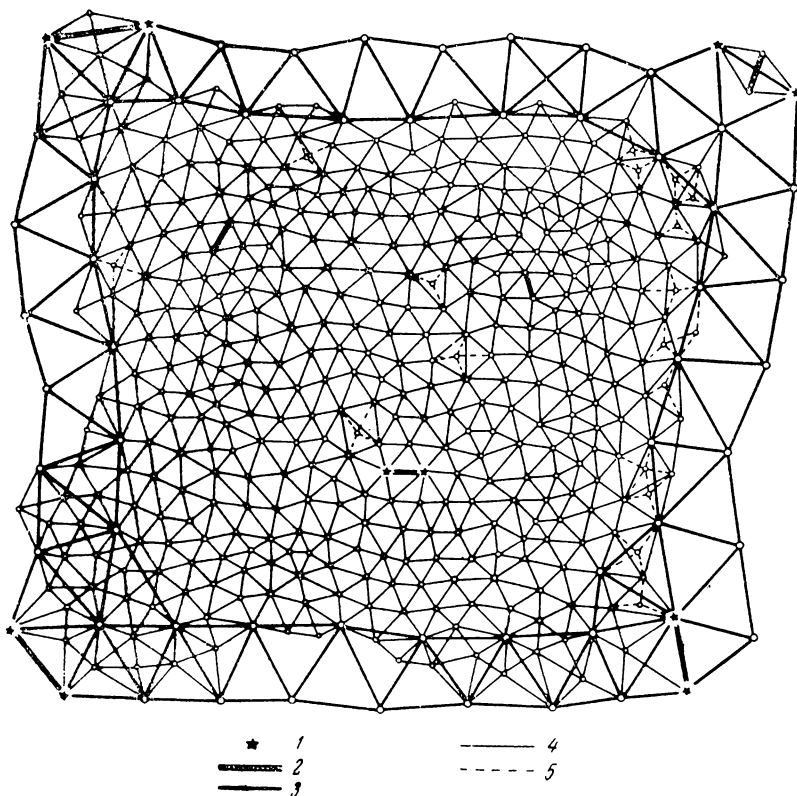


Рис. 3. Схема сети триангуляции 2 класса

1 — пункт Лапласа; 2 — базис; 3 — сторона триангуляции 1 класса;  
 4 — сторона триангуляции 2 класса; 5 — сторона триангуляции 3 класса

Примечание. Схема геодезической сети соответствует указаниям § 22, пункт а) Инструкции

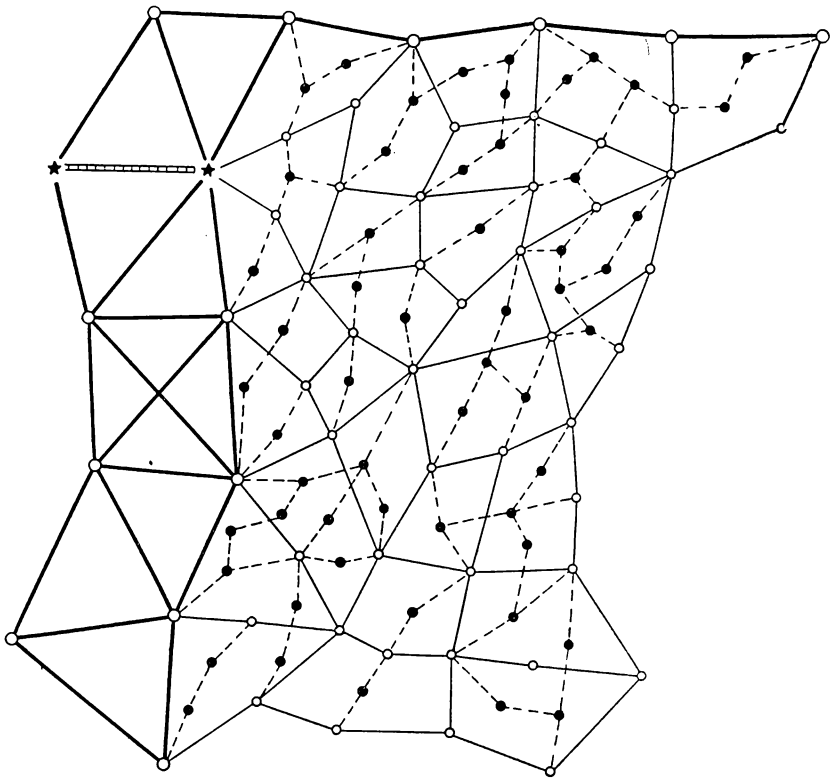


Рис. 4. Схема сети полигонометрии 2 и 3 классов

1 — пункт Лапласа; 2 — базис; 3 — сторона триангуляции 1 класса или полигонометрии 1 класса; 4 — сторона полигонометрии 2 класса; 5 — сторона полигонометрии 3 класса; 6 — пункт триангуляции и полигонометрии 1 класса; 7 — пункт полигонометрии 2 класса; 8 — пункт полигонометрии 3 класса

Примечание. Схема геодезической сети соответствует указаниям § 9 и 13 Инструкции

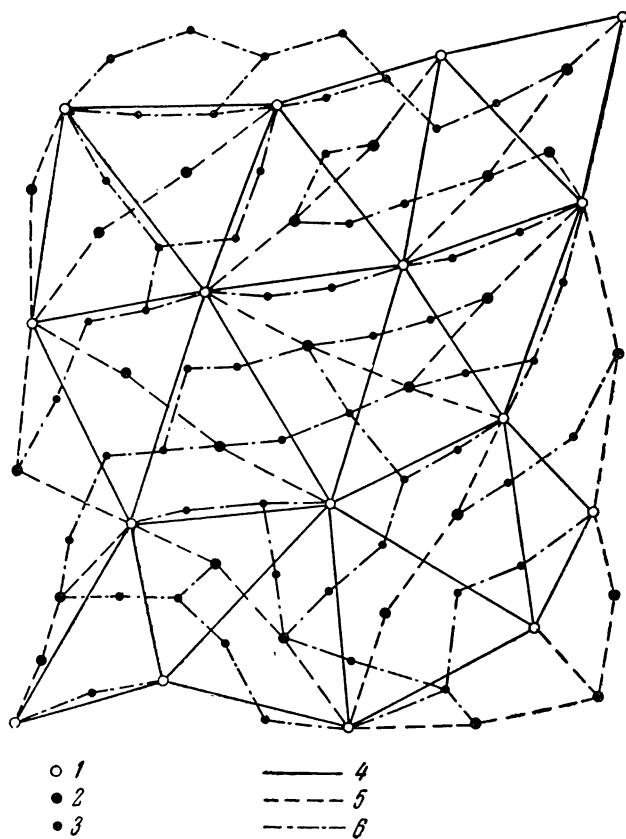


Рис. 5. Схема сгущения сети триангуляции 2 класса методом полигонометрии 3 и 4 классов

1 — пункт триангуляции 2 класса; 2 — пункт полигонометрии 3 класса; 3 — пункт полигонометрии 4 класса; 4 — сторона триангуляции 2 класса; 5 — сторона полигонометрии 3 класса; 6 — сторона полигонометрии 4 класса

Примечание. Схема сгущения геодезической сети соответствует указаниям § 13 Инструкции

## ЖУРНАЛ РЕКОГНОСЦИРОВКИ ПУНКТА ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ СЕТИ

20 мая 1950 г.

Название пункта: *Косино.*

Трапеция 0-37-33, масштаба 1 : 100 000.

Высота над уровнем моря:  $H = 200$  м.Республика, край (область), район, сельсовет. *Северный край, Вологодская область и район, Вонобольский сельсовет.*Название ближайшей к пункту железнодорожной станции или пристани, расстояние до них. *От ст. Вологда Ярославской железной дороги 15 км.*Пункт намечен на новом месте или на месте пункта (название) старой триангуляции (название, класс, год выполнения работ). *На новом месте.*

Состояние старого знака (или местного предмета, его описание, необходимый ремонт и приспособления), сведения о старом центре...

Строительные работы на пункте.

1. Постройка знака (тип, высота столика  $i$ , общая высота  $l$ ). *Построить сложный сигнал  $i = 20,0$  м;  $l = 23,7$  м.*2. Закладка центра (указать тип центра, характер грунта на месте закладки центра — мягкий, каменистый, скала; отметить о предполагаемом наличии многолетней мерзлоты или глубокого промерзания, заболачивания, сыпучих песков). *Грунт песчаный, заложить центр типа 1.*3. Прочие строительные работы (рубка просек и пр.). *Нет.*Что намечено для ориентирных пунктов, описание их местоположения. *Ориентирные пункты заложить: первый — на опушке леса в 300 м от пункта, под азимутом  $15^\circ$ , второй в 650 м на поляне под азимутом  $213^\circ$ .*Местонахождение леса, пригодного для постройки знака, и расстояние до него; наименование и адрес лесничества, наилучшее время и способ доставки леса к пункту. *Лес заготавливать в 80 квартале Михайловской дачи Вологодского леспромхоза. Лес на месте постройки.*Ближайшее к пункту местонахождение воды, песка, камней и прочего строительного материала. *Дер. Косино в 1,5 км.*Фамилия и адрес проводника к пункту. *Проводником может быть ер-н Илья Иванович Коротков (дер. Косино д. № 18).*Способ определения высоты знака (расчет высоты знака приводится в конце журнала; указать страницу). *Сигналы Буревский, Исаково и место сигнала Бор видны с вершины дерева непосредственно.*

Расчет высот по направлению на Трудаково произведен на основе данных геодезического нивелирования (см. стр. 65 журнала).

Описание местоположения пункта Косино и подъезда к нему.

*Пункт расположен в 1,5 км к северо-востоку от дер. Косино. Подъезд к пункту по дороге из дер. Косино в дер. Сорокино. В 1 км от дер. Косино есть мостик близ опушки леса, проехав который, через 300 м надо свернуть влево по лесной дорожке. Через 200 м расположена лесная поляна, в самой высокой части которой стоит вежа, отмечающая место постройки знака.*

Кроки местоположения пункта и подъезда к нему

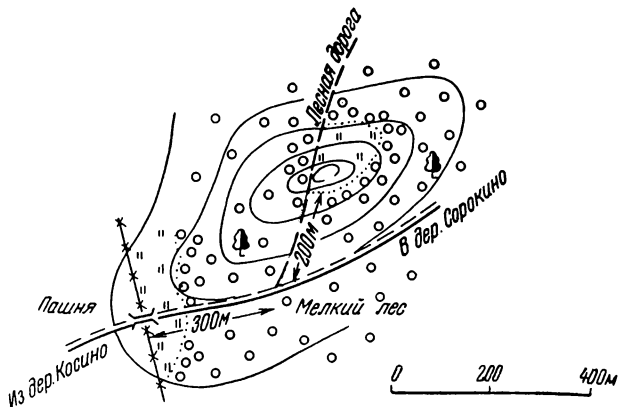


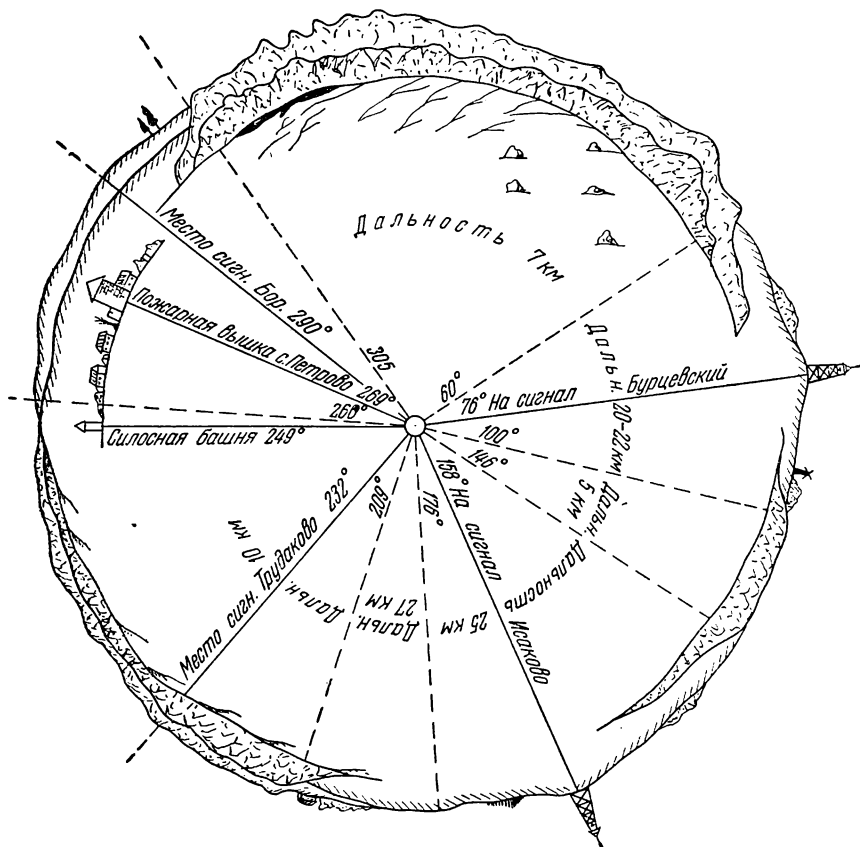
ТАБЛИЦА НАПРАВЛЕНИЙ НА ПРЕДПОЛАГАЕМЫЕ ОСНОВНЫЕ ПУНКТЫ, АЗИМУТНЫЕ ОРИЕНТИРЫ, СУЩЕСТВУЮЩИЕ ТРИАНГУЛЯЦИОННЫЕ ЗНАКИ И МЕСТНЫЕ ПРЕДМЕТЫ

№ п. п.	Название пунктов или местных предметов	Класс	Направление (магнитные азимуты)	Расстояние, км	На какой фон проецируется
1.	Сигнал Бурцевский . . . . .	1	76°	21	Небо
2	» Исаково . . . . .	1	158	30	»
3	» Трудаково . . . . .	2	232	20	»
4	Силосная башня с. Петрово . .	Доп. п.	249	7	Землю
5	Пожарная вышка с. Петрово .	»	269	6	Небо
6	Сигнал Бор . . . . .	2	290	27	»
7	Ориентирные пункты . . . . .	№ 1	15	0,3	Лес
		№ 2	213	0,6	»

Сведения о наличии смежных пунктов ранее исполненных триангуляций, соображения об их привязке. В *районе п. Косино триангуляций прежних лет нет.*

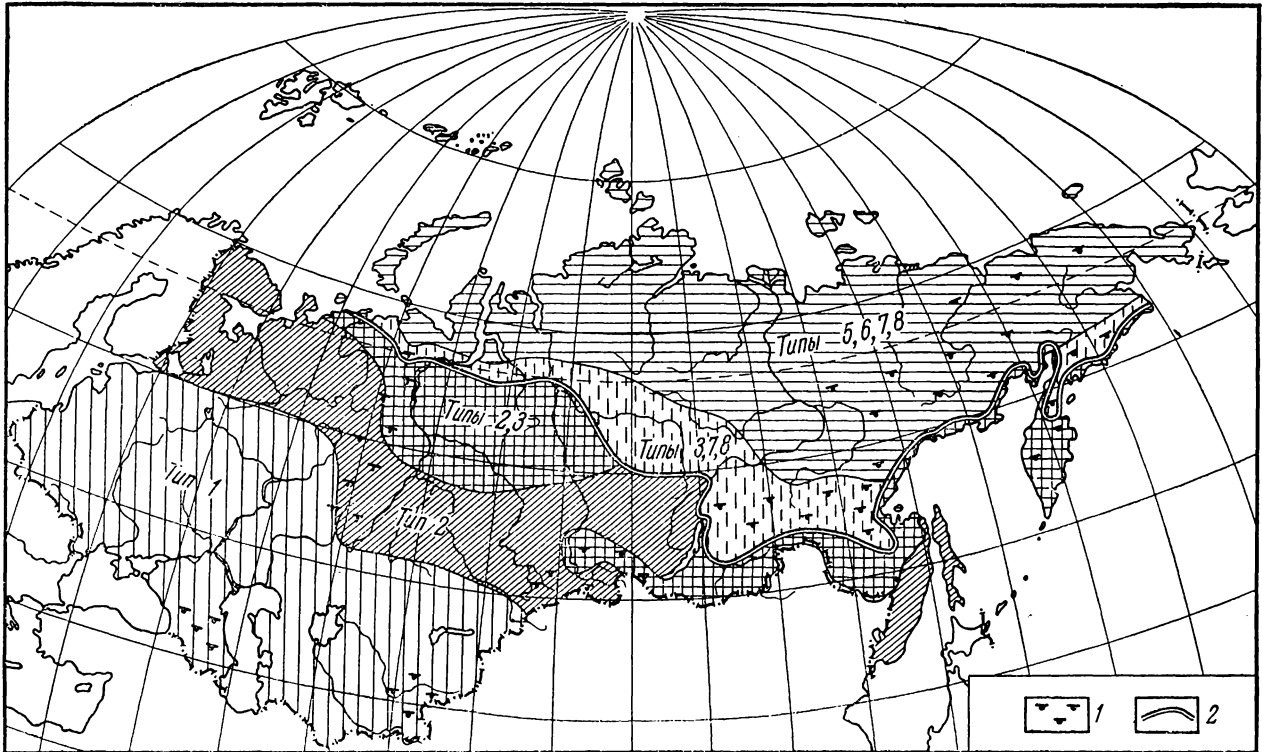


# Зарисовка местных предметов, существующих триангуляционных знаков и секторов видимости



Зарисовка произведена с высоты 19 м над поверхностью земли с вершины дерева.

## СХЕМА РАЙОНОВ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ЦЕНТРОВ



1 — области преимущественного применения скальных центров (тип 4); 2 — южная граница области применения центров для многолетней мерзлоты.

Примечание. Выбор типа центра из числа указанных для каждой области производят с учетом физико-географических условий района развития сети.

ЧЕРТЕЖИ ЦЕНТРОВ И МАРК

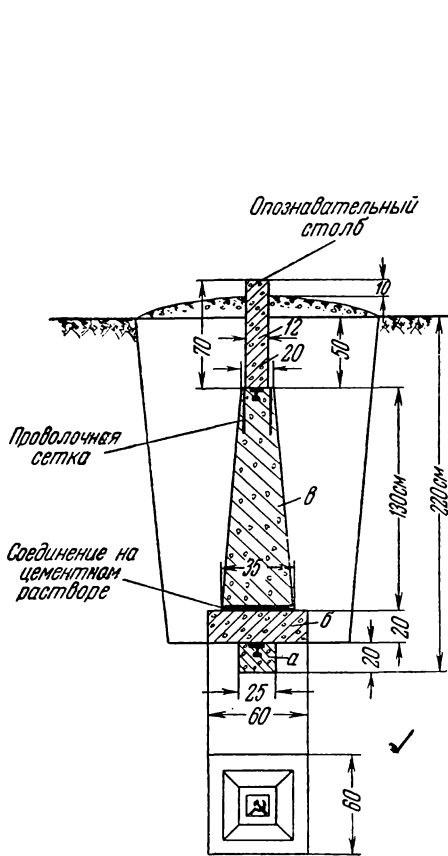


Рис. 1. Центр геодезического пункта для районов неглубокого (до 1,5 м) промерзания грунта. Тип 1

Примечание. Пилон  $\alpha$  может быть изготовлен из двух частей, скрепленных цементным раствором на месте закладки центра

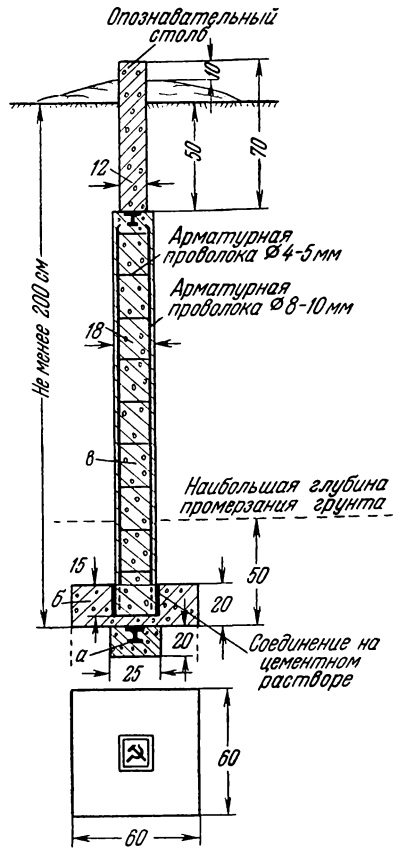


Рис. 2. Центр геодезического пункта для районов глубокого промерзания грунта (выше 1,5 м). Тип 2

Примечание. Арматура может быть заменена металлической трубой диаметром 60 мм (заполненной бетоном)

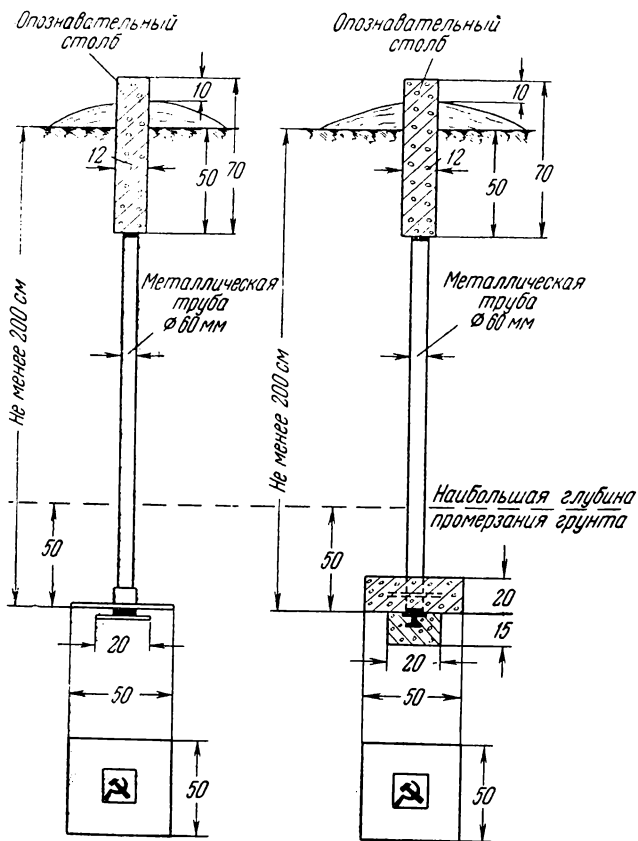


Рис. 3. Центры геодезических пунктов для труднодоступных районов с сезонным промерзанием грунта.  
Тип 3

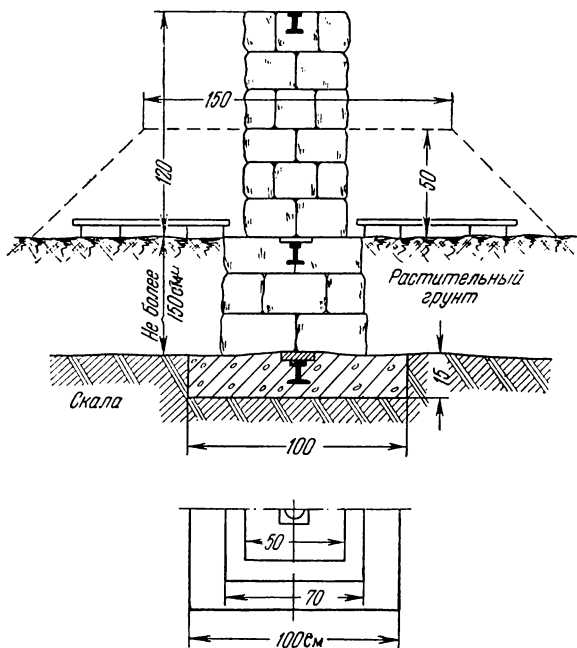


Рис. 4. Тур

Примечание. Тур может быть изготовлен из камней, кирпича, бутовой кладки и т. д.

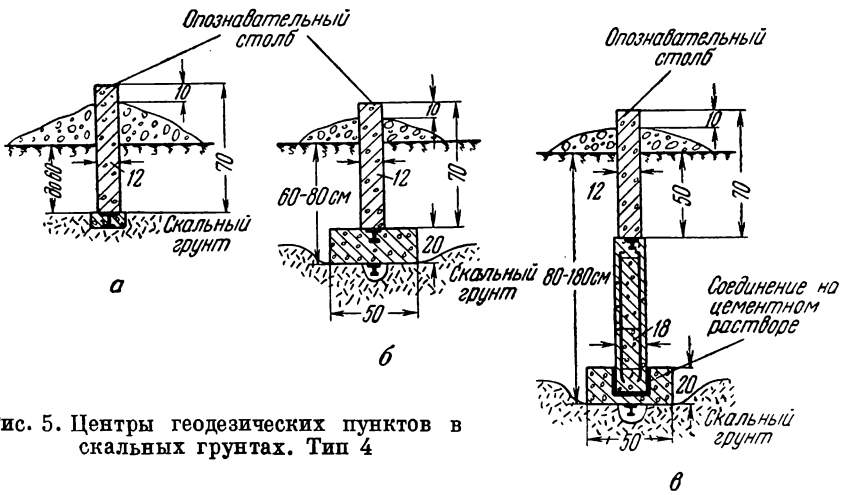


Рис. 5. Центры геодезических пунктов в скальных грунтах. Тип 4

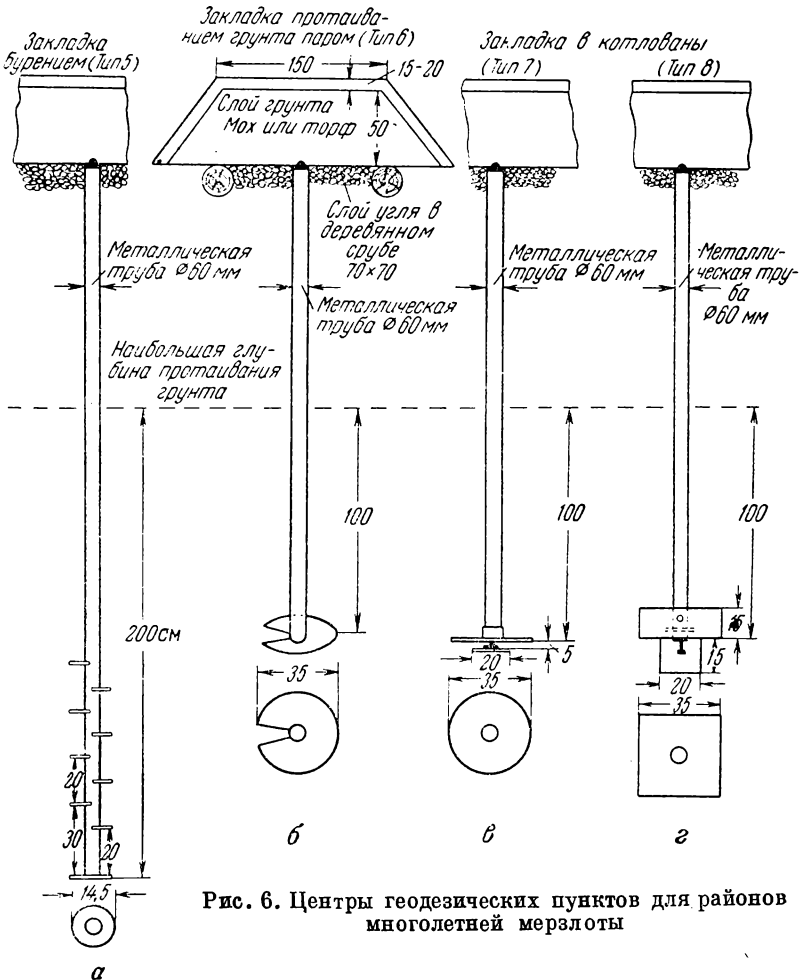


Рис. 6. Центры геодезических пунктов для районов многолетней мерзлоты

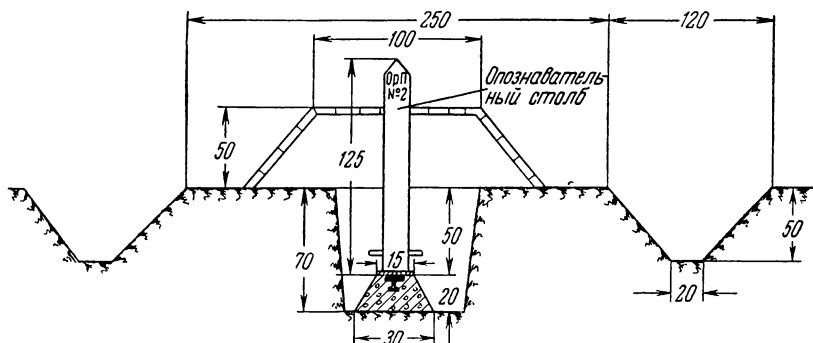


Рис. 7. Центр ориентирного пункта в районах сезонного промерзания грунта

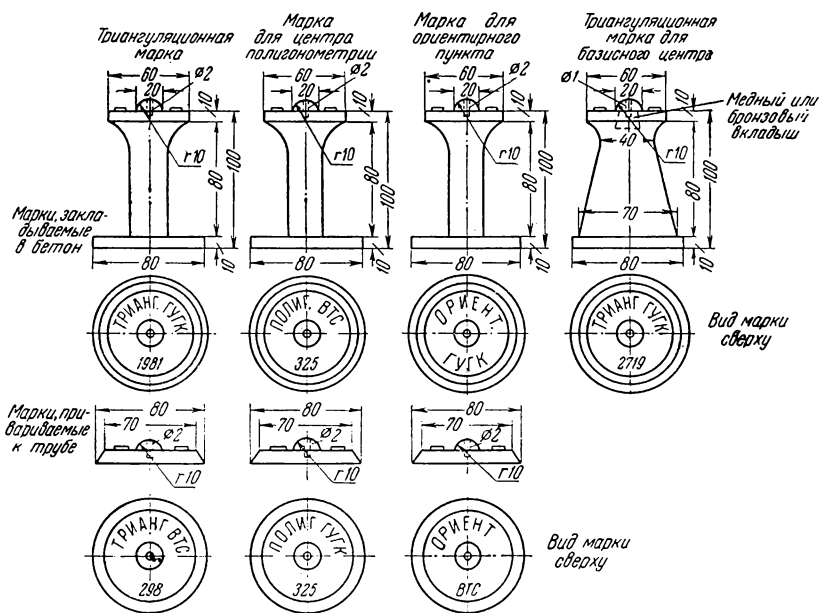


Рис. 8. Марки

## УКАЗАНИЯ ПО УХОДУ ЗА ВЫСОКОТОЧНЫМИ АСТРОНОМО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИМИ ИНСТРУМЕНТАМИ

1. Астрономо-геодезические инструменты требуют особенно тщательного ухода: малейшая небрежность наблюдателя вызывает повреждения инструмента и делает его непригодным для высокоточных работ.

Полевые работники должны хорошо знать правила обращения с инструментами и ухода за ними. Наблюдатель, ведущий работы с инструментом, несет ответственность за надлежащее состояние инструмента и не имеет права передоверять уход за ним другому лицу.

2. Наблюдателю вменяется в обязанность детально ознакомиться с порядком и особенностями установки инструмента в ящик или металлический кожух, а также изучить расположение частей в соответствующих гнездах укладки и способы закрепления их зажимными приспособлениями.

Дверца ящика или кожуха закрывается после того, как проверена правильность установки инструмента и его отдельных частей.

3. При подготовке инструмента к перевозке необходимо обертывать мягкой бумагой и перевязывать барабаны микроскопов-микрометров, окулярные микрометры, уровни, а также водильца с зажимными и наводящими винтами. Пустые пространства между частями инструмента и ящиком рекомендуется заполнять тампонами мягкой стружки, обязательно завернутыми в бумагу; на верхней стороне ящика или сундука должны быть наклеены ярлыки с надписями: «астрономический инструмент», «верх», «осторожно».

4. При транспортировке на значительные расстояния по железным дорогам в багаже и при гужевой перевозке с пункта на пункт ящики высокоточных инструментов должны быть упакованы в специальные наружные сундуки, имеющие внутри мягкие подушки, набитые стружкой.

5. Перевозка высокоточных инструментов в пассажирских вагонах производится без наружной упаковки, причем ящик инструмента должен быть установлен в вертикальном положении. Под ящик рекомендуется подкладывать какие-либо мягкие предметы.

6. При транспортировке инструментов в багаже наблюдатели или помощники должны присутствовать при их погрузке в вагоны и выгрузке. Необходимо требовать от железнодорожной администрации бережного отношения к ним, не допускать переверачивания ящиков вверх дном и сильных ударов их о вагон и соседние грузы.

7. Перевозка инструментов в повозках по шоссейным и грунтовым дорогам должна производиться в наружном сундуке, под присмотром наблюдателя или помощника. Причем под ящик подклады-

вают толстый слой сена или соломы; сверху инструмент покрывают брезентом и крепко привязывают к повозке веревкой.

8. При перевозке вьюком инструмент в ящике, завернутом брезентом, подвешивают сбоку лошади в специальных переметных сумках, перевязанных ремнями; с другой стороны должен быть устроен для равновесия лошади противовес из какого-либо груза.

Допускается перевозка инструментов между двумя лошадьми, идущими дугом или рядом друг с другом в зависимости от условий местности. Для перевозки вьюком выбирают сильных и спокойных лошадей. Перевозка инструментов должна происходить под непосредственным надзором наблюдателя. В опасных случаях инструмент необходимо снимать и переносить на руках.

9. Перевозить высокоточные инструменты на грузовых автомашинах следует только в наружных сундуках, привязанных веревками к платформе. При езде необходимо избегать сильных толчков.

10. Наблюдателю вменяется в обязанность следить за хорошим состоянием наружного и внутреннего ящичков. Появившиеся трещины и щели в ящиках необходимо немедленно устранять.

11. Подъем инструментов на сигнал должен проходить под руководством наблюдателя и совершаться с внешней стороны сигнала посредством подъемного троса или каната и блока, укрепленного на ноге сигнала выше пола площадки. К ящику инструмента, помимо подъемного троса, крепят контрольный и оттяжной канаты.

Трос, оттяжной и контрольный канаты необходимо закреплять непременно путем обвязывания инструментального ящика накрест. При подъеме блоки должны быть надежно привязаны.

12. Поднимать инструмент на сигнал следует медленно. Оттяжным канатом инструмент оттягивают от сигнала, но не больше, чем это необходимо для предохранения инструментального ящика от ударов о сигнал.

Контрольный канат захлестывают за столик сигнала и выбирают вверх по мере подъема инструмента, держа его натянутым.

По окончании подъема инструментальный ящик должен быть принят наблюдателем или его помощником, находящимся наверху. При переносе ящика через перила площадки его не следует наклонять или опрокидывать.

13. Во время нахождения инструмента на сигнале необходимо соблюдать следующие правила:

а) при длительных перерывах в наблюдениях инструмент укладывать в ящик, покрывать его брезентом и привязывать к столику сигнала;

б) при коротких перерывах можно не снимать инструмента со столика сигнала, но необходимо закрывать его чехлом из материи и вторым (клеенчатым или брезентовым) чехлом;

в) ящик с инструментом нельзя ставить близко к краю площадки или двери люка.



14. Переносить инструмент можно только за кольцо трегера. Прижимать кожух лимба или касаться самого лимба пальцами не разрешается.

Ставить инструмент на столик сигнала без подпятников не разрешается, так как может быть повреждено центрирующее приспособление.

15. Перед укладкой оси трубы в лагера должны быть:

а) оттянуты пружины, противодействующие микрометрическим винтам;

б) откинута иллюминаторы микроскопов вертикального круга;

в) закреплен на оси талькоттовский уровень;

г) протерты насухо лагера и цапфы.

Укладывать трубу должен сам наблюдатель, а при работе с большими универсалами — обязательно с помощью второго лица. В зимнее время и сырую погоду при работах, не требующих точной работы накладного уровня (определение широт и поправок хронометра), рекомендуется держать цапфы слегка смазанными маслом.

При укладке трубы наблюдатель обязан следить за сохранностью вертикального круга, поскольку большинство его поврежденных происходит при укладке.

Не рекомендуется трубы универсалов при укладке брать за объективную часть и противолежащий ей противовес.

16. После того как инструмент поставлен на столик сигнала, необходимо привести, хотя бы грубо, вертикальную ось в отвесное положение и очистить инструмент от пыли, пользуясь кисточкой или мягкой щеткой. Протирка спиртом или одеколоном не разрешается, так как под их влиянием растворяются лак и краска и на инструменте появляются пятна. Можно протереть инструмент чистой мягкой материей.

17. Инструмент должен быть защищен от лучей солнца и атмосферных осадков. Уровни, кроме того, должны предохраняться и от одностороннего освещения.

18. При работе исправительными винтами уровней и лагер следует соблюдать осторожность, поскольку тугой ход этих винтов при сильном закреплении ведет к срыву резьбы в гнезде.

Подъемные и микрометрические винты не должны качаться в гнездах. Качку необходимо устранять при помощи боковых зажимных винтов.

Зажимные винты отдельных деталей (алидады, лимба, трубы и пр.) должны зажиматься лишь настолько, чтобы почувствовалась схватка винта с гнездом от давления. Прикладывать излишнее усилие для закрепления не разрешается во избежание натяжений в инструменте.

19. Ежедневно по окончании работы следует:

а) очистить инструмент от пыли;

б) слегка смазать маслом концы винтов и гильз с пружинами;

в) протереть цапфы мягкой и чистой материей и слегка смазать их маслом или вазелином;

г) закрыть отверстия в кожухе лимба специальными заслонками и надеть крышки на трубы;

д) вывести все микрометрические винты на середину резьбы;

е) перевернуть микрометры окуляра трубы и микроскопов мягкой бумагой или надеть на них специальные чехлы из материи.

20. В случае сырой погоды, а также осенью и при неблагоприятных атмосферных условиях, особенно при длительном нахождении инструмента на пункте, следует смазывать его более обильно, покрывая маслом или вазелином все детали, не покрытые краской и лаком; после протирки детали принимают свой прежний вид, так как слой масла (вазелина) удаляет без остатка налипшую на нем пыль.

При работе в холодное время года и ночью на инструменте появляется налет влаги. Вытирать ее не следует.

21. Накладные уровни следует всегда убирать в ящик.

22. При переносе инструмента с холода в теплое помещение следует оставлять ящик с инструментом закрытым в течение нескольких (не менее трех-четырех) часов, а затем постепенно давать доступ теплого воздуха. То же делается и при выносе инструмента из теплого помещения на холод.

23. Объективы и призмы зрительных труб вывинчивать вместе с оправками из их гнезд не разрешается.

24. Разрешается перемена окуляров зрительных труб путем вывинчивания их вместе с оправкой из коробки микрометра или из гнезда окулярного колена. Менять окуляры зрительной трубы следует при спокойной атмосфере, возможно быстро, но осторожно, опасаясь повредить нити и резьбу оправы.

25. Разрешается протирать наружную поверхность линзы объектива и окуляра специально заготовленной мягкой белой тканью из льна или тонкого хорошего полотна.

Пользоваться замшей не разрешается. Можно протирать оптику рисовой папиросной бумагой, предварительно подышав на линзу. Края линзы протирают, пользуясь тряпочкой или бумагой, обернутой вокруг спички.

Не разрешается касаться линзы пальцами, так как жирные пальцы больше загрязняют оптику, чем пылинки. Не рекомендуется протирать оптику спиртом.

26. Оптика должна строго предохраняться от повреждений. Запасные оптические детали (окуляры, дополнительные линзы) должны находиться в своих гнездах перевернутыми [папиросной бумагой].

27. Отделять объективное колено ломаной трубы не разрешается. В случае расстройства освещения сетки трубы вследствие отклейки осветительной призмы наблюдатель должен приспособить освещение со стороны объектива. Отделять центральную призму также не разрешается.

28. Для изменения длины пузырька не следует трясать уровень, во избежание сдвига перегородки запасной камеры. Следует иметь

в виду, что запасная камера находится у младшей цифры подписи делений ампулы и отверстие в ней находится внизу трубки.

Для изменения длины пузырька уровня следует держать уровень наклонно, примерно под углом  $45^\circ$  к горизонту; деления должны быть обращены вниз (для увеличения пузырька младшие деления или нуль находятся внизу, для уменьшения — вверх). Не следует трогать оправу уровня руками и дышать на него.

29. Работа исправительными винтами, особенно при конструкциях, имеющих винты, противодействующие один другому, необходимо соблюдать особую осторожность. В случае неудовлетворительной работы винтов разрешается регулировать вращение подшипника внутренней оправы.

30. Разборка внутренней оправы не разрешается. Для исследования разрешается снимать уровни с горизонтальной оси универсалов с их наружной оправой. Перед снятием уровней надо заметить их прежнее положение, в которое и поставить их после исследования.

31. Микрометренные винты окулярных микрометров и микроскопов-микрометров вывинчивать полностью из гнезда не разрешается.

32. Коробки микрометров разбирать не разрешается.

33. В случае сильного загрязнения подъемных и наводящих винтов разрешается чистить их, пользуясь специальной или новой зубной щеткой, двигая ее вдоль витков резьбы и поливая винт бензином. После чистки нужно смазывать винт маслом. Вывинчивать и ввинчивать винты следует очень осторожно, так как всего легче повреждаются первые витки резьбы, и винт делается негодным к работе. Как вывинчивать, так и ввинчивать винты надо очень медленно; ввинчивать следует без всяких усилий, убедившись, что винт пошел по резьбе.

34. Цапфы горизонтальной оси и лагера подставок, представляющие собой открытые металлические поверхности, весьма чувствительны к окислению, которое не может быть удалено без нарушения правильности шлифовки, поэтому необходимо строго соблюдать пункты 17 и 21 (кроме того, следует особенно тщательно оберегать цапфы и лагера от толчков и ударов при посадке трубы в лагера). При переездах и длительных перерывах в работе цапфы и лагера, предварительно протертые, должны быть завернуты в провазелиненную папиросную бумагу. Пальцами трогать цапфы и лагера не рекомендуется.

35. В полевых условиях не разрешается:

- а) регулировать ложные лагера;
- б) отвинчивать предохранительные щеки лагер;
- в) отвинчивать лагера.

36. Расстройство вращения алидады характеризуется следующими признаками:

а) показания накладного или другого уровня, перпендикулярного к оси вращения инструмента, меняются через один оборот алидады.

П р и м е р. Микроскоп А алидады установлен на отсчете  $0^\circ$ ; отсчеты пузырька: правый конец — 18, левый — 32, среднее — 25.

После поворота алидады на  $360^\circ$  микроскоп  $A$  устанавливается на отсчет  $0^\circ$ ; отсчеты пузырька уровня: правый конец — 12, левый — 26, среднее — 19. При вторичном обороте середина пузырька имеет отсчет 25;

б) разность отсчетов по двум микроскопам ( $M_B - M_A$ ), служащая для характеристики эксцентриситета, меняется с периодичностью в два оборота.

**Пример.** Отсчет по микроскопу  $A$  равен  $0^\circ 0' 0''$ , отсчет по микроскопу  $B$  равен  $180^\circ 0' 6'' ,5$ ; после поворота на  $360^\circ$  отсчет по микроскопу  $A$  составляет  $0^\circ 0' 0''$ , а по микроскопу  $B$  —  $180^\circ 0' 16'' ,7$ ; после вторичного поворота отсчет по микроскопу  $A$  составляет  $0^\circ 0' 0''$ , а по микроскопу  $B$  —  $180^\circ 0' 6'' ,5$ . Разность отсчетов равняется:  $180^\circ 0' 6'' ,5$ ;  $180^\circ 0' 16'' ,7$  и  $180^\circ 0' 6'' ,5$ . То же получается при испытании на других местах лимба.

37. Основной мерой предохранения против расстройства вращения является аккуратная перевозка инструмента и отсутствие толчков при переноске и подъеме на сигнал. Признаком расстроившегося вращения после перевозки служит обычно тугое вращение алидады.

Если тугое вращение алидады не связано с работой ее наводящего винта, необходимо для устранения недостатка попытаться правильно распределить масло на оси инструмента без регулировки. Для этого, прижимая за трегер инструмент к столику, необходимо приподнять подвижную верхнюю часть инструмента вверх до тех пор, пока она не стукнется о внутреннюю контргайку, и поворачивать в таком положении алидаду несколько раз, благодаря чему достигается равномерное распределение масла вокруг оси.

Если указанный прием не достигает цели, необходимо отрегулировать вращение алидадной части на вертикальной оси.

38. Перед регулировкой нужно вывинтить патрон с пружиной микрометренного прибора алидады. Регулировка складывается из следующих операций:

а) отпускают стопорный винт, зажимающий регулировочный винт-грибок;

б) вывинчивают грибок на пол-оборота, вращая его против хода часовой стрелки;

в) оставляют инструмент в покое не менее 2 ч; вращать и сдвигать алидаду в это время нельзя, так как можно задеть металл баксы;

г) завинчивают через 2 ч постепенно винт-грибок до момента касания винтом вкладыша, лежащего на конце оси; в это же время почувствуется легкая подвижность всей верхней части; руку следует держать на кожухе;

д) повторяют операцию завинчивания несколько раз и замечают отсчет по делениям грибка, предварительно убедившись, что подвижность верхней части инструмента получается все время при одном и том же отсчете на делениях грибка;

е) ставят шляпку грибка на средний из полученных, согласно пункту «д», отсчетов и закрепляют стопорный винт. Если двукрат-

ная регулировка не восстанавливает нормального вращения алидадной части, необходимо сменить смазку вертикальной оси.

39. Для смены масла инструмент разбирают включительно до снятия баксы с оси.

Смену смазки может производить только начальник партии или другое лицо, уполномоченное главным инженером отряда. Регулировка вертикальной оси производится в порядке, указанном в пункте 37. Смазку оси можно производить только маслом, опробованным инструментальной лабораторией.

40. Всякая чистка кругов в поле не разрешается. Не разрешается вне работы оставлять открытыми отверстия в кожухе лимба; они должны быть закрыты специальными заслонками или бумагой, приклеиваемой вазелином.

41. Под личную ответственность начальника партии, в случае крайней необходимости, вызванной загрязнением лимба пылью, препятствующей отсчетам, разрешается смахивать пыль ватой сквозь отверстие в кожухе лимба, не нажимая на лимб; после каждого прикосновения к лимбу вату меняют. Замшей и тряпками трогать лимб не разрешается.

42. Хронометры обязательно должны иметь ящики с отдельными гнездами для каждого хронометра, обитыми мягкими подушечками. В эти ящики ставят хронометры при всякого рода перевозках. При переезде на телёге ящики следует держать на коленях. Вообще необходимо принимать меры, чтобы во время перевозок хронометры возможно меньше подвергались толчкам, тряске и т. п.

43. При переноске следует оберегать хронометр от толчков, не делать с ним резких движений и т. п.

44. Во время наблюдений хронометр следует держать в специальном одноместном ящике.

45. Циферблат хронометра должен всегда находиться в горизонтальном положении. При заводе это положение необходимо сохранять.

46. Хронометры необходимо заводить ежедневно в один и тот же час. Заводная стрелка при этом доводится до цифры 8.

47. На время переездов хронометры не следует останавливать.

48. Не разрешается обнажать механизм хронометра, вынимать его из корпуса без крайней необходимости; при нарушении этого правила каждый раз делается отметка в журнале наблюдений.

49. Имея в виду, что компенсация хронометра установлена только для температур от 0 до +40°, при наблюдениях в морозы следует хронометр всячески предохранять от продолжительного действия холода, так как он может остановиться от сгущения масла. Следует также защищать хронометр от действия солнечных лучей.

50. Необходимо предохранять хронометр от влажности: не оставлять на дожде, не ставить на землю и т. п.

51. При наличии специального приспособления разрешается подвешивать хронометр на штатив инструмента.

52. Во время работы на пункте ход хронометра надо держать под контролем, сопоставляя отдельные выводы его из приема сигналов радиостанций.

53. Если наблюдатель замечает, что по тем или иным причинам ход хронометра недопустимо колеблется, работу с таким хронометром продолжать не следует. О происшедшем необходимо немедленно уведомить руководителя работ.

54. Наматывание проволок на барабан и сматывание с барабана под руководством начальника базисной партии производят техник и счетчик вручную. Применять ручки для вращения барабана запрещается.

55. Проволоки наматывают на барабан свободно (без особых усилий) и таким образом, чтобы шкалы своими скошенными краями оказались вверху.

Витки проволоки должны быть параллельны ободу барабана и плотно прилегать друг к другу.

При сматывании и наматывании проволок особое внимание должно быть обращено на то, чтобы карабин у свободного конца проволоки совершенно свободно (без заедания) вращался у основания своего кольца вместе с проволокой.

56. Барабан и проволоки необходимо тщательно оберегать от окисления, для чего их время от времени очищают (особенно после дождя) смоченными в бензине чистыми мягкими тряпками. По окончании измерения базиса барабан и проволоки смазывают после чистки легким слоем технического вазелина.

57. Во время измерений, а также при перевозках и хранении следует тщательно оберегать проволоку от резких сотрясений и от резких перемен температуры.

58. По окончании работ на базисе оттяжные крючки барабана после окончательного сматывания проволок связывают бечевкой с колечками шкал. Барабан закрепляют в ящике при помощи нарезной задвижки (чеки). Ящик тщательно закрывают.

59. При развешивании проволок перед измерением на всем их протяжении растягивают предохранительный знак — полотнище шириной 0,4 м, сшитое из чередующихся метровых кусков красной и белой материи.

60. Рабочие, занятые переноской проволок, как правило, должны быть заняты этим видом работ весь полевой период. К переноске проволок привлекают наиболее опытных рабочих.

61. Проволоки переносят исключительно на пристегнутых карабинах. Через кольцо карабина продевают небольшую палочку (1 × 10 см) и часть кольца с палочкой сжимают в кулаке правой руки. Руку вытягивают вверх выше головы и немного отклоняют ее вправо. В таком положении переносят передний конец проволоки. Рабочий у заднего конца проволоки держит ее не на вытянутой вверх руке, а на протянутой несколько вперед, с тем чтобы иметь возможность регулировать натяжение проволоки, не давая ей касаться земли, веток, травы и т. п.

62. При переноске проволок рабочие идут обязательно лицом вперед по направлению измерения, нормальным шагом по одну сторону створа, на расстоянии 0,5—10 м от него. Вторую проволоку переносят параллельно первой на расстоянии не менее 0,5 м. Бежать с проволокой категорически воспрещается.

При переноске проволок в лесных просеках нужно внимательно следить, чтобы проволоки не цеплялись за пни и сучья деревьев.

63. В ожидании измерения рабочие должны стоять обязательно лицом друг к другу, держа проволоку на несколько вытянутой вперед руке (правой или левой), следя за тем, чтобы проволока не касалась земли.

64. При передаче проволоки счетчикам ее нужно приподнимать вверх и держать при этом только за карабин. Придерживать рукой проволоку или шкалу воспрещается.

65. Категорически воспрещается пролезать под проволокой. Во всех случаях ее надо обходить кругом.

66. Технический персонал и рабочие должны переходить от штатива к штативу по другой стороне створа по отношению к рабочим, переносящим проволоки.

67. При падении проволоки на землю нужно быть особо осторожным, чтобы не наступить на нее. Разыскав конец проволоки, надо неспеша поднять его за карабин и постепенно вытягивать проволоку, следя за правильным разматыванием витков во избежание образования петли.

68. Ящики с проволоками упаковывают в плотные кожаные чемоданы, связываемые ремнями, или в упаковочные ящики, имеющие внутри войлочные подушки.

69. По железной дороге в пассажирском вагоне проволоки перевозят как ручной багаж. Перевозка проволок в багажном вагоне допускается лишь как исключение, при этом они должны быть упакованы в специальные ящики; погрузка и выгрузка их должна производиться в этом случае под наблюдением работника базисной партии.

70. Указания по уходу за другими инструментами и приборами (светодальномеры, радиодальномеры, кварцевые часы, хронографы, гравиметры и др.) приводятся в соответствующих руководствах.

---

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРАВИЛЬНОСТИ РАБОТЫ МИКРОСКОПОВ-МИКРОМЕТРОВ

При закрепленной в произвольном положении алидаде наводят биссектор одной из пар нитей микрометра последовательно на три смежных штриха лимба:  $a$  — левый,  $b$  — средний, расположенный вблизи нуля, и  $c$  — правый только ввинчиванием винта микрометра, а затем наводят биссектор нитей на те же штрихи лимба в обратной последовательности только вывинчиванием винта. При каждой из трех установок алидады, отстоящих одна от другой примерно на  $120^\circ$ , таких рядов наблюдений делается шесть с изменением положения винта на шестую долю оборота при переходе от ряда к ряду.

Средние разности «ввинчивание минус вывинчивание», полученные из отсчетов при наведениях на штрихи  $a$ ,  $b$  и  $c$  по каждому ряду, не должны превышать одной сотой доли оборота винта. Отдельные значения этих разностей также должны колебаться в пределах не более одной сотой доли оборота винта.

Разности  $r_1 = b - a$  и  $r_2 = c - b$ , полученные по каждому ряду и только по данным «ввинчивание», используют для приближенного вывода рена микроскопа, которым и руководствуются при окончательной установке микроскопа.

Пример испытания правильности работы микроскопов-микрометров приведен ниже.



**ИСПЫТАНИЕ ПРАВИЛЬНОСТИ РАБОТЫ**

Отсчет в нуль- пункте	Отсчеты по штрихам а, b, с		Ввинч. минус вывинч.	$b-a=r_1$ $c-b=r_2$	Отсчет в нуль- пункте	Отсчеты по штрихам а, b, с	
	ввинч.	вывинч.				ввинч.	вывинч.
							<i>Микро</i>
0°00'	2 <sup>0</sup> ,0	1 <sup>0</sup> ,9(a)			120°00'	2 <sup>0</sup> ,0	2 <sup>0</sup> ,0
	2 ,8	2 ,9(b)		+0,8		2 ,6	2 ,7
	2 ,3	2 ,0(c)		-0,5		2 ,4	2 ,2
	2 ,37	2 ,27	+0,10			2 ,33	2 ,30
	22 ,00	22 ,0				23 ,0	23 ,0
	23 ,0	23 ,0		+1,0		24 ,0	23 ,7
	22 ,8	22 ,7		-0,2		23 ,2	23 ,4
	22 ,60	22 ,57	+0,03			23 ,40	23 ,37
	43 ,5	43 ,3				41 ,9	41 ,8
	50 ,0	44 ,5		+1,5		42 ,2	42 ,3
	44 ,6	44 ,2		-0,4		42 ,0	42 ,0
	44 ,37	44 ,00	+0,37			42 ,03	42 ,03
01'	2 ,0	2 ,0			01'	4 ,8	4 ,7
	3 ,0	2 ,9		+1,0		10 ,4	10 ,4
	2 ,7	2 ,4		-0,3		4 ,9	10 ,0
	2 ,57	2 ,43	+0,14			10 ,03	10 ,03
	22 ,5	22 ,0				23 ,4	23 ,4
	23 ,9	23 ,4		+1,4		24 ,7	24 ,6
	23 ,0	23 ,0		-0,9		24 ,1	24 ,0
	23 ,13	22 ,80	+0,33			24 ,07	24 ,00
	42 ,9	42 ,4				43 ,0	42 ,2
	43 ,5	43 ,2		+0,6		43 ,6	43 ,2
	43 ,6	43 ,0		+0,1		43 ,0	43 ,0
	43 ,33	42 ,87	+0,46			43 ,20	42 ,80

Среднее значение разностей «ввинч. — вывинч.»

+0'',24

Наибольшее значение разности «ввинчивание  
минус вывинчивание» . . . . . +0'',92  
Допустимое . . . . . 1'',20



## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРАВИЛЬНОСТИ РАБОТЫ И ОШИБОК ОПТИЧЕСКИХ МИКРОМЕТРОВ

Исследование правильности работы и ошибок оптических микрометров состоит из следующих этапов:

- а) исследование систематических ошибок оптического микрометра;
- б) определение ошибок совмещения штрихов (по горизонтальному и вертикальному кругам);
- в) определение мертвого хода оптического микрометра (кроме инструментов ОТБ, ТБ-1 и ОТС).

### Исследование систематических ошибок оптического микрометра

Оптический микрометр исследуют путем измерения теодолитом малого угла  $\alpha$ , укладываемого целое число раз в пределах всей шкалы оптического микрометра. Во всех приемах измерения угла совмещают изображения одних и тех же штрихов горизонтального круга. Круг между приемами переставляют таким образом, чтобы отсчеты микрометра при наведении трубы по левому и правому направлениям были приблизительно такими, как указано в табл. 1.

Таблица 1

№ установки	Теодолит ОТ-02		Теодолит ТБ-1	
	левое направление	правое направление	левое направление	правое направление
1	0 <sup>o</sup>	15 <sup>o</sup>	0'	2'
2	15	30	2	4
3	30	45	4	6
4	45	60	6	8
5	—	—	8	10

Всего исполняют два прямых и два обратных хода. В прямом ходе измеряют углы в последовательности установок 1, 2, 3, 4, (5), в обратном ходе измерения ведут в обратной последовательности. Запись отсчетов по микрометру и обработку результатов измерений ведут по схеме, приведенной в табл. 2. Из полученных для каждой

установки четырех значений  $v$  берут среднее. Средние величины  $v$  не должны превышать  $1''$  у теодолитов ОТ-02 и  $1'',5$  у теодолитов ТБ-1.

### **Определение ошибок совмещения штрихов (по горизонтальному и вертикальному кругам)**

При различных произвольных установках как алидады горизонтального, так и вертикального круга выполняют по два совмещения изображений штрихов и выводят разности соответствующих отсчетов по микрометру. Порядок записи отсчетов и их обработки показан в табл. 3. Средняя квадратическая ошибка одного совмещения у теодолитов ОТ-02 не должна превосходить  $0'',3$  для микрометра горизонтального круга и  $0'',6$  для микрометра вертикального круга; у теодолитов ТБ-1 соответствующие величины должны быть меньше  $0'',5$  и  $0'',6$ . Следует иметь в виду, что ошибка совмещения зависит в значительной степени от работы наблюдателя и только при достаточной опытности последнего может быть отнесена к недостаткам теодолита.

### **Определение мертвого хода оптического микрометра**

При различных установках алидады горизонтального круга совмещают штрихи круга дважды: при вращении барабана микрометра по ходу часовой стрелки и против хода часовой стрелки. Между отдельными установками алидаду поворачивают на  $15^\circ$ , а барабан микрометра на  $5''$  у теодолитов типа ОТ-02. Средняя величина разностей «право минус лево» (табл. 4) характеризует систематическую часть мертвого хода оптического микрометра, а величина  $M$  — ошибку ее вывода. Отдельные разности «право минус лево» должны лежать в пределах от  $-1''$  до  $+1''$  у теодолитов ОТ-02.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМАТИЧЕСКИХ ОШИБОК ОПТИЧЕСКОГО МИКРОМЕТРА

Оптический теодолит ОТ-02, з-д «Аэрогеоприбор», № 9002

Прямой ход

5 февраля 1954 г.

№ устан- овки	№ на- правления	Отсчет по мик- ромет- ру	На- прав- ление	Углы полу- прие- ма	Отсчет по мик- ромет- ру	На- прав- ление	Углы полу- прие- ма	Сред- ние углы	Уклоне- ние сред- него $v$
1	1	0,4	0",6		1,4	3",0			
		0,2			1,6				
	2	14,7	29,3	28",7	16,1	32,2	29",2	29",0	-0",2
2	1	15,1	30,2		15,0	30,2			
		15,1			15,2				
	2	29,1	58,2	28,0	29,7	59,4	29,2	28,6	-0,6
3	1	30,2	1'0",6		29,3	58,9			
		30,4			29,6				
	2	44,9	1'29",8	29,2	44,4	1'28",6	29,7	29,4	+0,2
4	1	45,5	1'30",8		45,6	1'31",3			
		45,3			45,7				
	2	0,1	0,1	29,3	1,0	1,9	30,6	30,0	+0,8
					Среднее			29,2	

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОШИБОК СОВМЕЩЕНИЯ ШТРИХОВ  
 Оптический теодолит ОТ-02, з-д «Аэрогеоприбор», № 9010

9 сентября 1950 г.

Уста- новка алидады	Отсчет по микрометру		$d=I - II$	Уста- новка алидады	Отсчет по микрометру		$d=I - II$
	при I сов- мещении	при II совмеще- нии			при I сов- мещении	при II совмеще- нии	

## Горизонтальный круг

0°	10 <sup>0</sup> ,7	11 <sup>0</sup> ,0	-0 <sup>0</sup> ,3	180°	50 <sup>0</sup> ,3	50 <sup>0</sup> ,4	-0 <sup>0</sup> ,1
15	10 ,6	10 ,7	-0 ,1	195	23 ,8	23 ,7	+0 ,1
30	11 ,8	11 ,7	+0 ,1	210	31 ,6	31 ,8	-0 ,2
45	9 ,0	8 ,7	+0 ,3	225	21 ,7	21 ,4	+0 ,3
60	8 ,5	8 ,5	0 ,0	240	37 ,9	37 ,7	+0 ,2
75	13 ,7	13 ,9	-0 ,2	255	43 ,9	43 ,7	+0 ,2
90	7 ,5	7 ,6	-0 ,1	270	46 ,5	46 ,3	+0 ,2
105	21 ,3	21 ,1	+0 ,2	285	41 ,8	41 ,9	-0 ,1
120	24 ,9	25 ,2	-0 ,3	300	29 ,7	29 ,8	-0 ,1
135	37 ,2	37 ,1	+0 ,1	315	29 ,6	29 ,7	-0 ,1
150	44 ,2	44 ,1	+0 ,1	330	22 ,4	22 ,6	-0 ,2
165	45 ,3	45 ,5	-0 ,2	345	16 ,7	16 ,5	+0 ,2

## Вертикальный круг

[dd] = 0,82

82°	19 <sup>0</sup> ,9	20 <sup>0</sup> ,0	-0 <sup>0</sup> ,1	90°	36 <sup>0</sup> ,0	36 <sup>0</sup> ,0	0 <sup>0</sup> ,0
83	19 ,8	20 ,0	-0 ,2	91	35 ,4	35 ,3	+0 ,1
84	18 ,8	18 ,7	+0 ,1	92	39 ,4	39 ,4	0 ,0
85	28 ,9	28 ,7	+0 ,2	93	44 ,0	43 ,9	+0 ,1
86	27 ,5	27 ,4	+0 ,1	94	52 ,0	51 ,7	+0 ,3
87	12 ,0	11 ,8	+0 ,2	95	18 ,2	18 ,3	-0 ,1
88	20 ,1	20 ,1	0 ,0	96	19 ,2	19 ,0	+0 ,2
89	45 ,8	45 ,9	-0 ,1	97	15 ,0	15 ,2	-0 ,2

[dd] = 0,36

Средняя квадратическая ошибка одного совмещения:

$$m_{\text{гор. кр}} = \pm \sqrt{\frac{[dd]}{2n}} = \pm \sqrt{\frac{0,82}{48}} = \pm 0^{\circ},17 = \pm 0'',34;$$

$$m_{\text{верт. кр}} = \pm \sqrt{\frac{[dd]}{2n}} = \pm \sqrt{\frac{0,36}{32}} = \pm 0^{\circ},11 = \pm 0'',44.$$

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕРТВОГО ХОДА ОПТИЧЕСКОГО МИКРОМЕТРА  
(по горизонтальному кругу)

Установка алидады	Отсчет по микрометру при совмещении штрихов вращения микрометра		Разность	$\nu$	Установка алидады	Отсчет по микрометру при совмещении штрихов вращения микрометра		Разность	$\nu$
	вправо	влево				вправо	влево		
0°	1 <sup>д</sup> ,4	1 <sup>д</sup> ,7	-0 <sup>д</sup> ,3	-0 <sup>д</sup> ,42	180°	4 <sup>д</sup> ,7	4 <sup>д</sup> ,8	+0 <sup>д</sup> ,1	-0 <sup>д</sup> ,02
15	7,7	7,9	-0,2	-0,32	195	14,1	13,8	+0,3	+0,18
30	10,1	9,8	+0,3	+0,18	210	25,4	25,1	+0,3	+0,18
45	21,7	21,9	-0,2	-0,32	225	33,3	33,0	+0,3	+0,18
60	22,9	22,8	+0,1	-0,02	240	39,9	39,9	0,0	-0,12
75	30,0	29,6	+0,4	+0,28	255	51,5	51,4	+0,1	-0,02
90	33,7	33,6	+0,1	-0,02	270	54,5	54,3	+0,2	+0,08
105	42,2	41,8	+0,4	+0,28	285	47,1	47,1	0,0	-0,12
120	46,5	46,1	+0,4	+0,28	300	35,5	35,2	+0,3	+0,18
135	50,1	50,2	-0,1	-0,22	315	26,4	26,6	-0,2	-0,32
150	53,4	53,4	0,0	-0,12	330	15,6	15,2	+0,4	+0,28
165	6,2	6,0	+0,2	+0,08	345	9,4	9,4	0,0	-0,12
							Среднее	+0 <sup>д</sup> ,12	

$$\sum \nu^2 = 1,08$$

Средняя квадратическая ошибка одной разности

$$\mu = \pm \sqrt{\frac{\sum \nu^2}{n-1}} = \pm 0,22 = \pm 0'',44.$$

Средняя квадратическая ошибка средней разности

$$M = \pm \frac{\mu}{\sqrt{n}} = \pm \frac{0,44}{4,9} = \pm 0'',09.$$

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛНЫХ ОШИБОК ДИАМЕТРОВ КРУГОВ УГЛОМЕРНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

У всех инструментов, предназначенных для наблюдений пунктов триангуляции 1 и 2 классов и для определения азимутов, исследуют ошибки диаметров горизонтального круга через  $1^\circ$ . Это исследование выполняют по способу, предложенному С. В. Елисеевым, путем измерения углов между двумя коллиматорами и повторяют у больших теодолитов и универсалов после чистки делений, а у теодолитов со стеклянными кругами — после капитального ремонта.

При исследовании кругов на разных местах круга измеряют углы в  $36^\circ$ ,  $45^\circ$  и  $60^\circ$  отдельными сериями, называемыми розетками. Например, первая розетка для угла  $36^\circ$  включает измерения при начальных установках 0; 36; 72; 108 и  $144^\circ$ . Углы измеряют при следующих начальных установках:

Угол $36^\circ$	Угол $45^\circ$	Угол $60^\circ$
$0^\circ + \varphi$	$0^\circ + \varphi$	$0^\circ + \varphi$
$36^\circ + \varphi$	$45^\circ + \varphi$	$60^\circ + \varphi$
$72^\circ + \varphi$	$90^\circ + \varphi$	$120^\circ + \varphi$
$108^\circ + \varphi$	$135^\circ + \varphi$	
$144^\circ + \varphi$		

где  $\varphi$  для угла  $36^\circ$  имеет соответственно значение: 0, 1, 2, ...,  $35^\circ$ , для угла  $45^\circ$ : 0, 1, 2, ...,  $44^\circ$  и для угла  $60^\circ$ : 0, 1, 2, ...,  $59^\circ$ .

При исследовании лимба через  $1^\circ$  программа включает: для угла  $36^\circ$  — 36 розетт, для угла  $45^\circ$  — 45 и для угла  $60^\circ$  — 60 розетт.

При каждой установке круга измеряют угол двумя приемами. Входящие в одну розетку приемы выполняют обычным способом непрерывно один за другим: сначала первые приемы — в указанной выше последовательности, затем вторые приемы — в обратной последовательности.

Для каждой розетты вычисляют средние значения измеренных углов  $C$ . Так, например, для  $C \approx 60^\circ$ ,  $\varphi = 3^\circ$

$$C = \frac{A_3 + A_{63} + A_{123}}{3},$$

где  $A_3$  — измеренное значение угла  $C$  при начальной установке  $3^\circ$  и т. д.

Кроме того, вычисляют разности:

$$l_3^6 = C - A_3; \quad l_{63}^6 = C - A_{63}; \quad l_{123}^6 = C - A_{123}.$$

Индекс «6» указывает, сколько раз угол  $C$  укладывается в окружности. Пользуясь полученными разностями  $l$ , по приведенным ниже формулам находят поправки диаметров  $\varphi$ . Эти поправки являются



средними из поправок диаметров, соответствующих штриху  $\varphi$  и последующему за ним штриху

$$1. \quad \omega_{\varphi}^{10} = \frac{-2l_{\varphi}^{10} - l_{\varphi+36}^{10} + l_{\varphi+108}^{10} + 2l_{\varphi+144}^{10}}{5},$$

$$2. \quad \omega_{\varphi}^8 = \frac{-2l_{\varphi}^8 - l_{\varphi+45}^8 + l_{\varphi+135}^8}{4},$$

$$3. \quad \omega_{\varphi}^6 = \frac{-2l_{\varphi}^6 - l_{\varphi+135}^6}{3},$$

$$4. \quad \omega_{\varphi}^{6,10} = \frac{\omega_{\varphi}^6 + \omega_{\varphi+36}^6 + \omega_{\varphi+72}^6 + \omega_{\varphi+108}^6 + \omega_{\varphi+144}^6}{5},$$

$$5. \quad \omega_{\varphi}^{10,6} = \frac{\omega_{\varphi}^{10} + \omega_{\varphi+60}^{10} + \omega_{\varphi+120}^{10}}{3},$$

$$6. \quad \omega_{\varphi}^{30} = 0,4 \omega_{\varphi}^{10} + 0,4 \omega_{\varphi}^{6,10} + 0,6 \omega_{\varphi}^6 + 0,6 \omega_{\varphi}^{10,6},$$

$$7. \quad \omega_{\varphi}^{8,30} = \frac{\omega_{\varphi}^8 + \omega_{\varphi+12}^8 + \omega_{\varphi+24}^8 + \dots + \omega_{\varphi+136}^8 + \omega_{\varphi+168}^8}{15},$$

$$8. \quad \omega_{\varphi}^{30,8} = \frac{\omega_{\varphi}^{30} + \omega_{\varphi+45}^{30} + \omega_{\varphi+90}^{30} + \omega_{\varphi+135}^{30}}{4},$$

$$9. \quad (\varphi) = \frac{1}{3} \omega_{\varphi}^8 + \frac{1}{3} \omega_{\varphi}^{30,8} + \frac{2}{3} \omega_{\varphi}^{30} + \frac{2}{3} \omega_{\varphi}^{8,30}.$$

Контрольная формула:

$$\sum \omega_{\varphi}^{10} = \sum \omega_{\varphi}^8 = \sum \omega_{\varphi}^6 = \sum \omega_{\varphi}^{30} = \sum (\varphi) = 0.$$

Вычисляют поправки диаметров в трех группах отдельно. В первую группу включают розетки:

для угла  $36^\circ$  с значениями  $\varphi : 0, 3, 6 \dots 33^\circ$

для угла  $45^\circ$  с значениями  $\varphi : 0, 3, 6 \dots 42^\circ$

и для угла  $60^\circ$  с значениями  $\varphi : 0, 3, 6 \dots 57^\circ$ ;

во вторую группу включают розетки:

для угла  $36^\circ$  соответственно  $\varphi : 1, 4, 7 \dots 34^\circ$

для угла  $45^\circ : 1, 4, 7 \dots 43^\circ$  и для угла  $60^\circ : 1, 4, 7 \dots 58^\circ$  и в третью

группу для угла  $36^\circ : 2, 5, 8 \dots 35^\circ$ ,

для угла  $45^\circ : 2, 5, 8 \dots 44^\circ$  и для угла  $60^\circ : 2, 5, 8 \dots 59^\circ$ .

После вычислений по группам поправки выписывают в таблицу последовательно для всех диаметров.

Полные ошибки диаметров 2-секундных теодолитов и универсалов не должны превышать  $\pm 1'',2$ ; величины ошибок до  $\pm 1'',4$  допускаются не более чем для двух диаметров. У оптических теодолитов допускаются ошибки диаметров кругов до  $\pm 1'',5$ . Если круги имеют большие ошибки, то инструмент можно использовать при работе только с разрешения отдела технического контроля.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСЦЕНТРИСИТЕТА ГОРИЗОНТАЛЬНОГО КРУГА

Линейным эксцентриситетом горизонтального круга называется расстояние от центра кольца делений лимба до оси вращения его.

Эксцентриситет горизонтального круга образуется в результате несовпадения оси вращения лимба на инструменте с осью вращения лимба при разделении его на делительной машине.

Наличие эксцентриситета круга вызывает на первый взгляд необъяснимое изменение разности отсчетов по микроскопам-микрометрам при разных установках круга.

Эксцентриситет горизонтального круга инструментов ТТ-2''/6'' и АУ-2''/10'' исследуют таким образом.

При закрепленной алидаде лимб переставляют через 30° последовательно в двух прямых и двух обратных полных его оборотах, на каждой установке берут разность отсчетов по микроскопам  $v_1 = M_B - M_A \pm 180^\circ$  (для У-5'' исследование проводят в одном прямом и одном обратном обороте горизонтального круга).

Запись отсчетов по микроскопам и последующую обработку ведут по схеме, приведенной на стр. 108.

По полученным величинам  $v_1$  строят график, на котором проводят ось симметрии и вычерчивают плавную кривую типа синусоиды.

Удвоенная наибольшая ордината плавной кривой от оси симметрии, равная  $2f$ , будет представлять наибольшее возможное влияние эксцентриситета лимба на разность отсчетов.

Если удвоенная наибольшая ордината плавной кривой больше 10'', подсчитывают наибольшую величину колебаний  $v$  для данной регулировки и наиболее невыгодной ориентировки лимба, что произойдет, когда центр делений ( $D$ ) и центр вращения алидады ( $A$ ) расположатся по разные стороны от центра вращения горизонтального круга ( $L$ ).

Наибольшую величину колебаний подсчитывают следующим образом: с графика  $v_1$  выбирают параметры синусоиды  $f_1$  и  $P_1$ , где  $f_1$  — наибольшая ордината синусоиды, отсчитываемая от оси симметрии;  $P_1$  — абсцисса точки пересечения синусоиды с осью симметрии, от которой значения  $v$  начинают возрастать. Одновременно из определения синусоиды для  $v$  выбирают  $f$  и  $P$ .

По полученным элементам графически строят треугольник  $ALD$ , в котором  $AD = f$ ,  $DL = f_1$ , угол  $ADL = P - P_1$ . Обозначим  $AL = f_2$ , тогда удвоенная величина  $F = f_1 + f_2$  будет наибольшим значением колебаний  $v$  при наиболее невыгодной ориентировке лимба (при данной регулировке). Величина  $2F$  не должна превосходить 40''.

Эксцентриситет горизонтального круга у оптических теодолитов исследуют по той же схеме и при тех же установках, что и испытание правильности вращения алидады (приложение 11, табл. 3). Разница лишь в том, что вместо алидады переставляют горизонтальный круг.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСЦЕНТРИСИТЕТА ГОРИЗОНТАЛЬНОГО КРУГА

ТТ-2"/6"  
инструмент2"/6"  
точность

з-д «Аэрогосприбор», № 8094

14 февраля 1953 г.

Отсчет в нуль- пункте	Микроскоп А			Микроскоп Б			— $v_1 = M_B - M_A$ —180°	Отсчет в нуль- пункте	Микроскоп А			Микроскоп Б			— $v_1 = M_B - M_A$ —180°
	a	b	$\frac{a+b}{2}$ $M_A$	a	b	$\frac{a+b}{2}$ $M_B$			a	b	$\frac{a+b}{2}$ $M_A$	a	b	$\frac{a+b}{2}$ $M_B$	
<b>I прямой ход</b>															
0°	2,2	1,4	3,6	1,9	2,2	4,1	+0,5	180°	4,7	3,9	8,6	4,4	11,6	11,0	+2,4
30	3,3	1,9	5,2	0,8	2,5	3,3	-1,9	210	4,9	4,9	9,8	11,4	12,4	13,8	+4,0
60	3,7	3,1	6,8	2,1	3,2	5,3	-1,5	240	11,2	10,6	11,8	12,9	14,8	17,7	+5,9
90	10,5	3,8	9,3	4,0	10,2	9,2	-0,1	270	12,2	11,2	13,4	12,8	14,5	17,3	+3,9
120	10,1	4,1	9,2	4,5	10,2	9,7	+0,5	300	12,0	11,2	13,2	12,8	14,1	16,9	+3,7
150	10,0	4,4	9,4	4,2	10,3	9,5	+0,1	330	3,4	3,4	6,8	3,2	4,6	7,8	+1,0
<b>II прямой ход</b>															
0°	3,8	3,0	6,8	3,2	4,1	7,3	+0,5	180°	10,8	4,6	10,4	10,6	12,1	12,7	+2,3
30	4,1	2,7	6,8	1,8	4,0	5,8	-1,0	210	10,1	10,1	10,2	11,4	13,0	14,4	+4,2
60	4,1	3,1	7,2	2,5	4,1	6,6	-0,6	240	11,2	10,0	11,2	13,0	14,2	17,2	+6,0

90	3,7	2,8	6,5	2,8	3,7	6,5	0,0	270	3,7	3,0	6,7	4,5	11,1	10,6	+3,9
120	10,8	10,1	10,9	4,8	10,9	10,7	-0,2	300	3,3	2,4	5,7	3,0	4,7	7,7	+2,0
150	11,0	4,8	10,8	10,2	11,8	12,0	+1,2	330	4,8	3,6	8,4	4,2	10,5	9,7	+1,3

### I обратный ход

330°	4,4	3,4	7,8	4,1	11,0	10,1	+2,3	150°	13,0	12,3	15,3	13,0	14,1	17,1	+1,8
300	4,0	3,2	7,2	4,4	10,2	9,6	+2,4	120	12,8	12,1	14,9	12,0	12,6	14,6	-0,3
270	10,9	4,5	10,4	11,9	13,1	15,0	+4,6	90	12,8	11,8	14,6	11,2	12,2	13,4	-1,2
240	11,8	11,2	13,0	14,0	20,8	19,8	+6,8	60	10,2	4,8	10,0	3,3	10,2	8,5	-1,5
210	11,9	11,7	13,6	14,5	20,2	19,7	+6,1	30	10,6	4,8	10,4	3,7	11,2	9,9	-0,5
180	12,8	12,1	14,9	13,7	20,8	19,5	+4,6	0	10,9	4,4	10,3	10,1	12,0	12,1	+1,8

### II обратный ход

330°	10,0	4,5	9,5	11,1	12,8	13,9	+4,4	150°	2,2	2,1	4,3	3,1	4,4	7,5	+3,2
300	4,0	3,5	7,5	4,2	11,7	10,9	+3,4	120	2,2	2,5	4,7	1,7	3,5	5,2	+0,5
270	10,1	3,8	8,9	10,9	11,9	12,8	+3,9	90	4,5	3,2	7,7	3,0	4,2	7,2	-0,5
240	3,4	2,4	5,8	10,4	11,8	12,2	+6,4	60	4,3	3,8	8,1	2,8	4,8	7,6	-0,5
210	2,8	3,2	6,0	11,0	11,4	12,4	+6,4	30	10,1	3,8	8,9	2,3	4,6	6,9	-2,0
180	3,9	3,2	7,1	10,2	11,8	12,0	+4,9	0	3,8	3,7	7,5	3,1	4,8	7,9	+0,4

Вычисленное наибольшее значение колебаний  $\nu$  алидады при самой невыгодной ориентировке лимба (для данной регулировки):  $2F = 21''$ .

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРАВИЛЬНОСТИ ВРАЩЕНИЯ АЛИДАДЫ ВОКРУГ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ОСИ

### (ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСЦЕНТРИСИТЕТА АЛИДАДЫ)

Инструменты ТТ-2''/6'' и АУ-2''/10'' испытывают перестановкой алидады через 30°, начиная от 0°, на трех (следующих один за другим) оборотах алидады по ходу часовой стрелки и трех оборотах ее в обратном направлении. При этом каждый раз берут отсчеты по обоим микроскопам, которые обозначим соответственно через  $M_A$  и  $M_B$ , а также отсчеты по концам пузырька накладного уровня. Отсчеты записывают в ведомость (табл. 1), по которой ведут и дальнейшие вычисления.

По отсчетам микроскопов составляют разности

$$v = M_B - M_A \pm 180^\circ.$$

Абсолютное значение  $v$  не должно превышать 40''. Если абсолютное значение  $v$  превышает 40'', но колебания отдельных значений не выходят из этого предела, необходимо соответствующим образом переставить нульпункты микроскопов, что выполняют по окончании испытаний.

На основании полученных значений  $v$  строят график, в котором абсциссами служат отсчеты круга, соответствующие установкам лимба, а ординатами — измеренные значения  $v$ . Для построения кривой (синусоиды) вычисляют параметры по средним значениям  $v$ , полученным из I и II прямого хода и II и III обратного хода; вычисления ведут в ведомости (табл. 2), пользуясь формулами

$$d'' = \frac{[v]}{n}; \quad (1)$$

$$\operatorname{tg} P = - \frac{[v \cos M_A]}{[v \sin M_A]}; \quad (2)$$

$$f'' = - \frac{2 [v \cos M_A]}{n \sin P} = \frac{2 [v \sin M_A]}{n \cos P}; \quad (3)$$

$$v_A^* = f'' \sin (M_A - P) + d''. \quad (4)$$

Рекомендуется вычислять  $P$  и  $f$  при помощи логарифмической линейки.

По отдельным вычисленным значениям  $v_A$  [формула (4)] для соответствующих значений  $M_A$  наносят на график точки, соединение которых должно дать плавную кривую (синусоиду).

Наибольшее уклонение измеренных значений от плавной кривой (эта величина не должна быть более  $10''$ ) и показания накладного уровня характеризуют вращение алидады вокруг вертикальной оси.

Неправильное вращение алидады вокруг вертикальной оси характеризуется различными значениями как величин  $v$ , так и положений пузырька накладного уровня для одних и тех же положений алидады ( $M_A$ ) в двух ее смежных оборотах, но одинаковыми через один оборот алидады.

Для инструментов У-5 правильность вращения алидады вокруг вертикальной оси испытывается тремя прямыми и тремя обратными ходами с перестановкой алидады через  $60^\circ$ .

Правильность вращения алидады у инструментов указанного типа проверяют каждый раз перед началом наблюдений. Порядок выполнения этой поверки и признаки недостаточной регулировки инструмента описаны в «Указаниях по уходу за высокоточными астрономо-геодезическими инструментами» (приложение 6).

Эксцентриситет алидады оптических теодолитов исследуют таким способом.

При каждой установке алидады совмещают изображения диаметрально противоположных штрихов круга (отсчет  $t$ ) и затем совмещают изображение верхнего штриха с неподвижным индексом в поле зрения отсчетного микроскопа (отсчет  $t'$ ). Изменение разности  $v = t' - t$  и характеризует эксцентриситет алидады. Так как системы осей оптических теодолитов являются саморегулирующимися, то для характеристики вращения алидадной части достаточно выполнить лишь один прямой и один обратный ход (табл. 3).

По данным исследования строят график изменения величин  $v$  и проводят от руки плавную кривую типа синусоиды. Колебание величин  $v$  не должно превышать  $40''$ , а их отклонение от плавной кривой не должно быть более  $15''$ .

ТТ-2"/6"  
инструмент

2"/6"  
точность

з-д «Аэрогеоприбор»,

Установка грибка 12,2

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРАВИЛЬНОСТИ

Отсчет в пульт-пункте	Отсчеты накладного уровня	Микроскоп А			Микроскоп Б			$v = \frac{M_B}{M_A} \pm 180^\circ$
		a	b	$\frac{a+b}{2}$ $M_A$	a	b	$\frac{a+b}{2}$ $M_B$	

I пря

0°	10 <sup>0</sup> ,0	11 <sup>0</sup> ,3	11 <sup>0</sup> ,3	12 <sup>0</sup> ,6	11 <sup>0</sup> ,8	12 <sup>0</sup> ,2	14 <sup>0</sup> ,0	+1,4
30	9,4	14,3	13,8	18,1	11,0	12,8	13,8	-4,3
60	9,5	12,8	12,2	15,0	2,2	4,3	6,5	-8,5
90	10,0	12,2	12,1	14,3	1,1	2,6	3,7	-10,6
120	10,4	11,9	11,7	13,6	0,8	2,2	3,0	-10,6
150	11,0	10,9	11,1	12,0	0,3	2,0	2,3	-9,7

II пря

0	9,5	4,2	4,3	8,5	4,2	11,3	10,5	+2,0
30	9,3	4,2	4,1	8,3	1,6	3,2	4,8	-3,5
60	9,3	13,0	13,1	16,1	3,8	10,3	9,1	-7,0
90	9,7	12,3	12,2	14,5	1,4	3,0	4,4	-10,1
120	10,0	12,9	13,0	15,9	2,1	3,7	5,8	-10,1
150	10,3	12,9	13,0	15,9	3,8	4,2	8,0	-7,9

III пря

0	9,4	12,8	13,9	16,7	13,2	14,9	18,1	+1,4
30	9,5	11,8	11,8	13,6	10,6	12,0	12,6	-1,0
60	10,0	11,5	11,8	13,3	2,8	4,1	6,9	-6,4
90	10,0	11,4	11,4	12,8	1,7	2,8	4,5	-8,3
120	10,3	11,7	11,0	12,7	1,0	2,1	3,1	-9,6
150	11,0	10,3	10,3	10,6	1,1	2,2	3,3	-7,3

I обрат

330	10,0	4,7	4,4	9,1	12,1	13,6	15,7	+6,6
300	10,3	4,7	4,5	9,2	13,1	14,0	17,1	+7,9
270	11,0	4,4	4,1	8,5	13,3	14,5	17,8	+9,3
240	11,0	4,2	4,8	9,0	12,1	12,9	15,0	+6,0
210	11,1	2,2	3,8	6,0	3,4	10,1	8,5	+2,5
180	11,0	3,4	3,9	7,3	1,9	3,1	5,0	-2,3

II обрат

330	9,7	3,2	3,0	6,2	11,1	13,1	14,2	+8,0
300	10,2	3,7	3,4	7,1	12,6	13,5	16,1	+9,0
270	10,6	3,9	2,9	6,8	11,8	12,4	14,2	+7,4
240	11,0	2,5	2,8	5,3	10,3	11,1	11,4	+6,1
210	11,1	1,5	2,3	3,8	2,6	3,9	6,5	+2,7
180	11,0	2,1	2,8	4,9	0,3	1,1	1,4	-3,5

№ 8094

14 февраля 1953 г.

## ВРАЩЕНИЯ АЛИДАДЫ

Отсчет в нуль-пункте	Отсчеты наклонного уровня	Микроскоп А			Микроскоп Б			$v_2 = \frac{M_B - M_A \pm 180^\circ}{2}$	$d = \frac{v_1 + v_2 \pm 180^\circ}{2}$
		a	b	$\frac{a+b}{2}$ $M_A$	a	b	$\frac{a+b}{2}$ $M_B$		

## мой ход

180°	11 <sup>0</sup> ,0	10 <sup>0</sup> ,7	10 <sup>0</sup> ,5	11 <sup>0</sup> ,2	4 <sup>0</sup> ,0	4 <sup>0</sup> ,8	8 <sup>0</sup> ,8	-2 <sup>0</sup> ,4	-0 <sup>0</sup> ,5
210	11,2	4,5	10,4	9,9	10,0	11,6	11,6	+1,7	-1,3
240	11,0	10,3	10,2	10,5	12,4	14,1	16,5	+6,0	-1,2
270	11,0	10,6	10,4	11,0	13,2	14,4	17,6	+6,6	-2,0
300	10,2	10,0	4,8	9,8	13,7	14,8	18,5	+8,7	-1,0
330	10,0	4,2	4,5	8,7	12,1	13,6	15,7	+7,0	-1,4

## мой ход

180	11,0	13,1	13,1	16,2	10,7	11,8	12,5	-3,7	-0,8
210	11,0	12,7	13,3	16,0	13,3	14,8	18,1	+2,1	-0,7
240	11,0	12,0	12,3	14,3	14,3	21,3	20,6	+6,3	-0,4
270	10,2	12,2	12,8	15,0	21,1	22,4	23,5	+8,5	-0,8
300	10,0	12,9	13,2	16,1	23,1	24,1	27,2	+11,1	+0,5
330	10,0	12,7	13,1	15,8	21,8	23,1	24,9	+9,1	+0,6

## мой ход

180	11,0	10,0	4,8	9,8	3,1	4,5	7,6	-2,2	-0,4
210	11,0	3,5	4,2	7,7	10,0	11,0	11,0	+3,3	+1,2
240	11,0	3,8	4,1	7,9	11,7	13,3	15,0	+7,1	+0,4
270	10,9	10,0	4,4	9,4	13,0	14,0	17,0	+7,6	-0,2
300	10,2	4,2	4,0	8,2	12,1	14,0	16,1	+7,9	-0,4
330	10,0	4,2	4,3	8,5	11,4	13,6	15,0	+6,5	-0,4

## ный ход

150	11,0	10,3	10,3	10,6	0,8	1,8	2,6	-8,0	-0,7
120	10,3	11,7	11,5	13,2	0,4	2,2	2,6	-10,6	-1,4
90	10,0	11,4	10,4	11,8	0,4	1,7	2,1	-9,7	-0,2
60	10,0	10,6	4,9	10,5	1,4	2,2	3,6	-6,9	-0,4
30	9,7	4,9	4,0	8,9	1,9	4,2	6,1	-2,8	-0,2
0	9,5	3,9	3,8	7,7	3,7	11,0	9,7	+2,0	-0,2

## ный ход

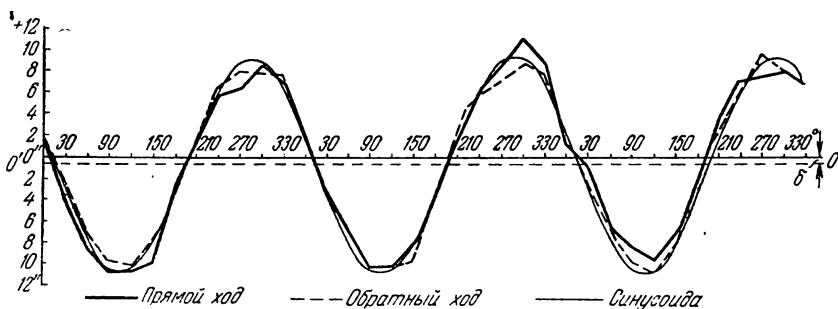
150	11,0	12,0	12,2	14,2	1,4	3,6	5,0	-9,2	-0,6
120	10,4	12,4	12,1	14,5	1,4	3,0	4,4	-10,1	-0,6
90	10,0	12,7	12,7	15,4	2,2	3,2	5,4	-10,0	-1,3
60	10,0	12,4	12,2	14,6	3,0	4,2	7,2	-7,4	-0,6
30	9,3	13,9	13,4	17,3	10,8	13,0	13,8	-3,5	-0,4
0	9,2	13,8	13,5	17,3	13,6	20,3	18,9	+1,6	-1,0



Отсчет в нуль- пункте	Отсчеты наклан- ного уровня	Микроскоп А			Микроскоп Б			— — — $v = \frac{M_B + M_A}{2}$ — — — 180°
		a	b	$\frac{a+b}{2}$ $M_A$	a	b	$\frac{a+b}{2}$ $M_B$	

### III образ

330°	9 <sup>д</sup> ,7	13 <sup>д</sup> ,2	13 <sup>д</sup> ,2	16 <sup>д</sup> ,4	21 <sup>д</sup> ,2	23 <sup>д</sup> ,0	24 <sup>д</sup> ,2	+7 <sup>д</sup> ,8
300	10,2	13,9	13,6	17,5	22,3	23,2	25,5	+8,0
270	10,5	12,9	13,1	16,0	21,2	23,0	24,2	+8,2
240	11,0	12,8	12,5	15,3	20,6	21,4	22,0	+6,7
210	11,3	11,5	12,3	13,8	12,0	13,8	15,8	+2,0
180	11,1	12,0	12,4	14,4	10,1	11,2	11,3	-3,1



№ п. п.	$M_A$	в наблюдениях				$v_{ср}$	$\sin M_A$
		I	II	III	III		
		прямой ход		обратный ход			
1	0°	+1 <sup>д</sup> ,4	+2 <sup>д</sup> ,0	+1 <sup>д</sup> ,6	+1 <sup>д</sup> ,8	+1 <sup>д</sup> ,70	0,00
2	30	-4,3	-3,5	-3,5	-2,4	-3,42	+0,50
3	60	-8,5	-7,0	-7,4	-6,9	-7,45	+0,87
4	90	-10,6	-10,1	-10,0	-9,7	-10,10	+1,00
5	120	-10,6	-10,1	-10,1	-10,1	-10,22	+0,87
6	150	-9,7	-7,9	-9,2	-7,9	-8,68	+0,50
7	180	-2,4	-3,7	-3,5	-3,1	-3,18	0,00
8	210	+1,7	+2,1	+2,7	+2,0	+2,12	-0,50
9	240	+6,0	+6,3	+6,1	+6,7	+6,28	-0,87
10	270	+6,6	+8,5	+7,4	+8,2	+7,68	-1,00
11	300	+8,7	+11,1	+9,0	+8,0	+9,20	-0,87
12	330	+7,0	+9,1	+8,0	+7,8	+7,98	-0,50

$$\sum -8,09$$

$$d = \frac{[v]}{12} = -0^{\circ},67; \quad f' = -\frac{2[v \cos M_A]}{n \sin P} = \frac{2[v \sin M_A]}{n \cos P} = 10^{\circ},0;$$

$$P = 196^{\circ} 50'$$

Отсчет в нуль- пункте	Отсчеты нагляд- ного уровня	Микроскоп А			Микроскоп Б			$v_2 = \begin{matrix} M_B - \\ M_A \pm 180^\circ \end{matrix}$	$d = \frac{v_1 + v_2 + 180^\circ}{2}$
		a	b	$\frac{a+b}{2}$ $M_A$	a	b	$\frac{a+b}{2}$ $M_B$		

## ный ход

150°	11 <sup>0</sup> ,0	13 <sup>0</sup> ,2	13 <sup>0</sup> ,7	16 <sup>0</sup> ,9	3 <sup>0</sup> ,8	10 <sup>0</sup> ,2	9 <sup>0</sup> ,0	-7 <sup>0</sup> ,9	0 <sup>0</sup> ,0
120	10,4	13,1	13,1	16,2	2,5	3,6	6,1	-10,1	-1,0
90	10,0	13,2	13,0	16,2	2,7	3,8	6,5	-9,7	-0,8
60	9,5	12,4	12,5	14,9	3,2	4,8	8,0	-6,9	-0,1
30	9,2	14,1	13,1	17,2	11,2	13,6	14,8	-2,4	-0,2
0	9,1	12,8	13,3	16,1	13,0	14,9	17,9	+1,8	-0,6

Таблица 2

## ЭКСЦЕНТРИСИТЕТ АЛИДАДЫ ТЕОДОЛИТА ТТ-2"/6" № 8094

$$\text{Вычисление } v_A = f'' \sin(M_A - P) + d''$$

cos $M_A$	$v \sin M_A$	$v \cos M_A$	$M_A - P$	$\sin(M_A - P^\circ)$	$f'' \sin$ $(M_A - P)$	$d = \frac{[v]}{12}$	$v_A = f'' \sin$ $(M_A - P) + d$
+1,00	0 <sup>0</sup> ,00	+1 <sup>0</sup> ,70	163 <sup>0</sup>	+0,29	+2 <sup>0</sup> ,9	-0,7	+2 <sup>0</sup> ,2
+0,87	-1,71	-2,98	193	-0,22	-2,2	-0,7	-2,9
+0,50	-6,48	-3,72	223	-0,68	-6,8	-0,7	-7,5
0,00	-10,10	0,00	253	-0,96	-9,6	-0,7	-10,3
-0,50	-8,89	+5,11	283	-0,97	-9,7	-0,7	-10,4
-0,87	-4,34	+7,55	313	-0,73	-7,3	-0,7	-8,0
-1,00	0,00	+3,18	343	-0,29	-2,9	-0,7	-3,6
-0,87	-1,06	-1,84	13	+0,22	+2,2	-0,7	+1,5
-0,50	-5,46	-3,14	43	+0,68	+6,8	-0,7	+5,9
0,00	-7,68	0,00	73	+0,96	+9,6	-0,7	+8,9
+0,50	-8,00	+4,60	103	+0,97	+9,7	-0,7	+9,0
+0,87	-3,99	+6,94	133	+0,73	+7,3	-0,7	+6,6

$$\sum -57,71 + 17,40$$

$$\text{tg } P = -\frac{[v \cos M_A]}{[v \sin M_A]} = +0,302$$

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКСЦЕНТРИСИТЕТА АЛИДАДЫ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО КРУГА  
ОПТИЧЕСКОГО ТЕОДОЛИТА

Теодолит ОТ-02, з-д «Аэрогеоприбор», № 9003

Определял . . . . .

Записывал . . . . .

25 февраля 1954 г.

Установка алидады	Отсчет $t$ при совмещении штрихов			Отсчет $t'$ при совмещении верхнего штриха с индексом			$v = t' - t$
	I	II	ср	I	II	ср	

Прямой ход

0°	10 <sup>0</sup> ,1	10 <sup>0</sup> ,3	20",4	1 <sup>0</sup> ,8	1 <sup>0</sup> ,8	3",6	-16",8
30	6,9	7,2	14,1	3,4	3,3	6,7	-7,4
60	21,1	21,0	42,1	19,7	19,9	39,6	-2,5
90	30,2	30,1	0,3	33,5	33,6	7,1	+6,8
120	45,4	45,4	30,8	48,0	48,0	36,0	+5,2
150	15,0	15,0	30,0	14,4	14,5	28,9	-1,1
180	7,8	7,6	15,4	6,0	6,4	12,4	-3,0
210	6,3	6,4	12,7	1,1	1,0	2,1	-10,6
240	12,6	12,4	25,0	4,4	4,5	8,9	-16,1
270	15,5	15,4	30,9	6,4	6,3	12,7	-18,2
300	23,3	23,5	46,8	13,0	13,2	26,2	-20,6
330	12,6	12,7	25,3	3,7	3,5	7,2	-18,1

Обратный ход

330°	12 <sup>0</sup> ,3	12 <sup>0</sup> ,3	24",6	2 <sup>0</sup> ,1	1 <sup>0</sup> ,7	3",8	-20",8
300	19,3	19,1	38,4	6,6	6,8	13,4	-25,0
270	11,1	11,3	22,4	1,3	1,3	2,6	-19,8
240	16,4	16,3	32,7	6,2	6,0	12,2	-20,5
210	10,0	9,8	19,8	5,4	5,8	11,2	-8,6
180	15,5	15,4	30,9	13,0	13,0	26,0	-4,9
150	8,6	8,7	17,3	8,8	8,6	17,4	+0,1
120	15,5	15,6	31,1	17,0	16,8	33,8	+2,7
90	24,4	24,4	48,8	27,3	27,4	54,7	+5,9
60	12,6	12,3	24,9	12,0	12,3	24,3	-0,6
30	8,4	8,5	16,9	5,2	5,2	10,4	-6,5
0	9,3	9,4	18,7	1,9	2,0	3,9	-14,8

## ИССЛЕДОВАНИЕ УРОВНЯ ПО СПОСОБУ ПРОФ. ВАСИЛЬЕВА НА ЭКЗАМЕНАТОРЕ

При исследовании уровня особое внимание должно быть уделено устойчивости экзаменатора и постоянству температуры. Для того чтобы уровень принял температуру окружающей среды, его заблаговременно приносят в помещение, где находится экзаменатор. Во время исследований изменение температуры допустимо в пределах не более 2°, при большем изменении температуры работа по исследованию подлежит переделке.

Исследуют только рабочую часть трубки уровня; крайние 3—5 делений шкалы (в зависимости от длины ее) не должны входить в исследование. Длина пузырька (для уровня с запасной камерой) должна быть около 0,3—0,4 длины градуированной шкалы уровня.

Перед началом исследования основание экзаменатора устанавливают горизонтально по имеющемуся при нем уровню посредством подъемных винтов. Испытуемый уровень укладывают на вилки экзаменатора, и пузырек уровня приводят на середину трубки при помощи измерительного винта экзаменатора. Исследование выполняют двумя приемами. Каждый прием состоит из двух секций.

Первый прием исследования проводят в следующем порядке.

В первой секции первого приема шкалу измерительного винта экзаменатора устанавливают (ввинчиванием) точно на отсчет «ноль»; посредством подъемных винтов экзаменатора пузырек уровня приводят в положение, при котором наименьший отсчет по одному из концов пузырька будет 3—5 делений.

Первую пару отсчетов по концам пузырька уровня берут при установке измерительного винта на ноль, последующие пары отсчетов по уровню берут при круглых значениях установок измерительного винта, соответствующих перемещению пузырька уровня не более чем на 2—3 его деления. Каждая пара отсчетов уровня должна производиться точно через 2 мин.

Таким образом, действуя только ввинчиванием измерительного винта экзаменатора, перемещают пузырек уровня по всей рабочей части трубки уровня.

Перемещений пузырька уровня в секции должно быть не менее 6—7. Рекомендуется перед началом работ сделать пробный прием для выявления подходящей и наиболее выгодной величины перемещения пузырька уровня, перегоняя его при этом поворотами измерительного винта из одного конца рабочей части трубки в другой.

Указанные действия составляют прямой ход первой секции.

В обратном ходе отсчеты по уровню берут при тех же установках измерительного винта, как и в прямом ходе, но в обратном их чере-

довании; в обратном ходе измерительным винтом действуют только на его вывинчивание.

Порядок работы измерительным винтом: ввинчивание в прямом ходе секции и вывинчивание при обратном ходе должны соблюдаться вполне строго; если при очередной установке винту будет дан случайно больший поворот, чем требуется, данная секция приема должна быть переделана заново.

Порядок действия при исполнении второй секции точно такой же, как и в первой секции. Вторая секция отличается от первой лишь тем, что установки измерительного винта начинаются не с нулевого деления его шкалы, а с деления, соответствующего половине оборота измерительного винта. Так, например, если на шкале винта нанесено 120 делений, то вторая секция должна начинаться с установки экзаменатора на 60 делений, причем исследование ведется на том же обороте винта, что и в первой секции. При переходе от секции к секции пузырек уровня перегоняется в крайнее положение рабочей части трубки подъемными винтами экзаменатора.

По исполнении первого приема переключают уровень на вилках экзаменатора на  $180^\circ$  и приступают незамедлительно ко второму приему.

Второй прием должен исполняться аналогично первому, отличие лишь в том, что в прямом ходе каждой секции второго приема винт должен работать на вывинчивание и, следовательно, установки экзаменатора должны быть намечены таким образом, чтобы последняя установка в прямом ходе приходилась на нулевое деление шкалы винта; другими словами, первая секция второго приема исследования должна начинаться не с нулевой установки, а с последней установки шляпки винта первой секции первого приема (но на обороте винта, смежном с оборотом, на котором исследовался первый прием).

Порядок обработки исследования уровня:

1. Вычисляют значения  $l = \text{I} + \text{II}$ , выражающие положение пузырька уровня в полуделениях его шкалы (графы 6 и 11 журнала исследования, табл. 1).

2. Вычисляют перемещения пузырька уровня при переходе от одной установки измерительного винта к другой по формуле  $r = l_{i+1} - l_i$  (графы 7 и 12 журнала исследования) и образуют средние  $r_m$  из соответствующих перемещений прямого и обратного хода; вычисляют среднее значение  $r_{cp}$  для обоих приемов, затем образуют отклонения  $v' = r_{cp} - r_m$  (графа 14 журнала наблюдений); колебания значений  $v'$  характеризуют правильность кривизны трубки; эти колебания для хорошего уровня не должны превышать одного полуделения.

3. Выводят значение длины пузырька уровня для каждой установки измерительного винта; эти значения записывают в графах 15 и 17 журнала исследования; для каждой секции выводят затем среднее значение длины пузырька и вычисляют отклонения  $u$  длины пузырька при каждой установке от среднего значения длины пузырька

в каждой секции. Уклонения  $v$  записывают в графах 16 и 18 и используют для оценки точности отсчета по уровню.

Средняя квадратическая ошибка отсчета по одному концу пузырька уровня

$$\mu_0 = \pm \sqrt{\frac{\sum [v^2]}{2K(S-i)}}$$

где  $\sum [v^2]$  — сумма квадратов уклонений отдельных значений длины пузырька уровня от его среднего значения для каждой секции приема, взятая для всех приемов;

$K$  — число приемов;

$S$  — число значений длины пузырька в приеме;

$i$  — число секций в приеме.

Средняя квадратическая ошибка одного определения положения пузырька

$$\mu_1 = \frac{\mu_0}{\sqrt{2}}.$$

4. Вывод цены деления и оценка качества уровня производятся по способу наименьших квадратов. Начальное уравнение погрешностей в данном случае имеет вид:

$$\lambda_k = x + (\beta_k - \beta_0) y + p + (T_k - T_0) z - l_k,$$

где  $l_k$  — положение пузырька уровня, соответствующее отсчету на экзаменаторе  $\beta_k$  в момент  $T_k$ ;

$\beta_0$  — начальный отсчет на экзаменаторе в момент  $T_0$ ; для удобства обработки результатов исследования за  $\beta_0$  и принимают отсчеты экзаменатора в моменты, соответствующие последней установке прямого хода и первой установке обратного хода каждой секции;

$x$  — положение пузырька, соответствующее начальному отсчету  $\beta_0$  экзаменатора;

$y = \frac{t''}{\tau/2}$  ( $t''$  — цена одного деления винта экзаменатора в секундах;  $\tau$  — цена деления уровня);

$z$  — влияние внешних условий на положение пузырька уровня в единицу времени;

$p$  — влияние несовершенства шлифовки трубки уровня на положение пузырька, имеющее противоположные знаки для прямого и обратного ходов исследования;

$\lambda_k$  — погрешность определения  $l_k$ , обусловленная ошибками отсчетов по концам пузырька, неправильностями кривизны трубки и несовершенствами шлифовки ее.

Число уравнений погрешностей равно числу установок экзаменатора.

Для вывода значений  $x$  и  $y$  берут полусумму уравнений погрешностей для соответствующих установок экзаменатора в прямом и обратном ходах; для вывода значений  $p$  и  $z$  берут полуразность тех же уравнений.

Пример. Исследование уровня при трубе инструмента АУ-2"/10" № Шкала уровня имеет 40 делений, подпись делений от 0 до 35; нуль деле Экзаменатор Цейсса; шкала измерительного винта разделена на 120 час  
**Первый прием** (1-е положение уровня, нуль шкалы уровня слева).  
 Начало 10 ч 10 мин,  $t_{нач} = +21^{\circ},8 С$ .  
 Конец 11 ч 30 мин,  $t_{кон} = +21^{\circ},8 С$ .

№ секции	Установка винта экзаменатора	Прямой ход					Обратный		
		время отсчетов	отсчеты уровня		положение пузырька $l = \text{Л} + \text{П}$	перемещение пузырька $r = l_1 + 1 - l_2$	время отсчетов	отсчеты уровня	
			Л	П				Л	П
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	10 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup>	6 <sup>τ</sup> ,0	19 <sup>τ</sup> ,4	25 <sup>τ/2</sup> ,4	3 <sup>τ/2</sup> ,8	10 <sup>h</sup> 44 <sup>m</sup>	6 <sup>τ</sup> ,0	19 <sup>τ</sup> ,3
	3	12	7,9	21,3	29,2	3,9	42	7,9	21,3
	6	14	9,8	23,3	33,1	4,2	40	9,8	23,2
	9	16	11,9	25,4	37,3	4,3	38	12,1	25,5
	12	18	14,1	27,5	41,6	4,3	36	14,3	27,7
	15	20	16,3	29,6	45,9	4,2	34	16,4	29,8
	18	22	18,4	31,7	50,1	3,8	32	18,5	31,9
	21	24	20,3	33,6	53,9	3,9	30	20,2	33,5
24	26	22,2	35,6	57,8		28	22,3	35,6	
2	60	10 <sup>h</sup> 56 <sup>m</sup>	5,2	18,6	23,8	3,8	11 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	5,4	18,8
	63	58	7,1	20,5	27,6	3,9	28	7,0	20,4
	66	11 0	9,0	22,5	31,5	3,9	26	9,4	22,8
	69	2	11,0	24,4	35,4	4,4	24	11,0	24,3
	72	4	13,2	26,6	39,8	4,4	22	13,1	26,5
	75	6	15,4	28,8	44,2	4,1	20	15,4	28,8
	78	8	17,4	30,9	48,3	3,9	18	17,2	30,5
	81	10	19,4	32,8	52,2	3,5	16	19,6	33,0
84	12	21,2	34,5	55,7		14	21,2	34,6	

3222 з-д «Аэрогеоприбор», по способу проф. Васильева на экзаменаторе.  
 ний со стороны запасной камеры уровня.  
 тей; цена деления измерительного винта 1".

ход		$r_m = \frac{r_{\text{пр}} + r_{\text{обр}}}{2}$	$v' = r_{\text{ср}} - r_m$	Длина пузырька			
положение пузырька $l = \text{Л} + \text{П}$	перемещение пузырька $r = l_{i+1} - l_i$			прямой ход		обратный ход	
				П-Л	$v$	П-Л	$v$
11	12	13	14	15	16	17	18
25 <sup>τ/2</sup> ,3	3 <sup>τ/2</sup> ,9	3 <sup>τ/2</sup> ,85	+0 <sup>τ/2</sup> ,17	13 <sup>τ/2</sup> ,4	-0 <sup>τ</sup> ,02	13 <sup>τ</sup> ,3	+0 <sup>τ</sup> ,08
29 ,2	3 ,8	3 ,85	+0 ,17	13 ,4	-0 ,02	13 ,4	-0 ,02
33 ,0	4 ,6	4 ,40	-0 ,38	13 ,5	-0 ,12	13 ,4	-0 ,02
37 ,6	4 ,4	4 ,35	-0 ,33	13 ,5	-0 ,12	13 ,4	-0 ,02
42 ,0	4 ,2	4 ,25	-0 ,23	13 ,4	-0 ,02	13 ,4	-0 ,02
46 ,2	4 ,2	4 ,20	-0 ,18	13 ,3	+0 ,08	13 ,4	-0 ,02
50 ,4	3 ,3	3 ,55	+0 ,47	13 ,3	+0 ,08	13 ,4	-0 ,02
53 ,7	4 ,2	4 ,05	-0 ,03	13 ,3	+0 ,08	13 ,3	+0 ,08
57 ,9				13 ,4	-0 ,02	13 ,3	+0 ,08
Среднее 13,38							
24 ,2	3 ,2	3 ,50	+0 ,52	13 ,4	0 ,0	13 ,4	0 ,0
27 ,4	4 ,8	4 ,35	-0 ,33	13 ,4	0 ,0	13 ,4	0 ,0
32 ,2	3 ,1	3 ,50	+0 ,52	13 ,5	-0 ,10	13 ,4	0 ,0
35 ,3	4 ,3	4 ,35	-0 ,33	13 ,4	0 ,00	13 ,3	+0 ,10
39 ,6	4 ,6	4 ,50	-0 ,48	13 ,4	0 ,00	13 ,4	0 ,0
44 ,2	3 ,5	3 ,80	+0 ,22	13 ,4	0 ,00	13 ,4	0 ,0
47 ,7	4 ,9	4 ,40	-0 ,38	13 ,5	-0 ,10	13 ,3	+0 ,10
52 ,6	3 ,2	3 ,35	+0 ,67	13 ,4	0 ,00	13 ,4	0 ,0
55 ,8				13 ,3	+0 ,10	13 ,4	0 ,0
Среднее 13,40							



Второй прием (2-е положение уровня, нуль шкалы уровня справа)

Начало 11 ч 50 мин  $t_{нач} = +21^{\circ},8$  С.

Конец 13 ч 17 мин  $t_{кон} = +21^{\circ},9$  С

№ секции	Установка винта визматера	Прямой ход					Обратный		
		время отсчетов	отсчеты уровня		положение пузырька $l = \Pi + \text{Л}$	перемещение пузырька $r = l_1 + 1 - l_2$	время отсчетов	отсчеты уровня	
			П	Л				П	Л
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	24	11 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup>	19 <sup>т</sup> ,9	6 <sup>т</sup> ,5	26 <sup>т/2</sup> ,4	3 <sup>т/2</sup> ,9	12 <sup>h</sup> 24 <sup>m</sup>	19 <sup>т</sup> ,8	6 <sup>т</sup> ,5
	21	52	21,9	8,4	30,3	4,0	22	21,9	8,5
	18	54	23,9	10,4	34,3	4,2	20	23,7	10,4
	15	56	26,0	12,5	38,5	4,3	18	26,2	12,7
	12	58	28,1	14,7	42,8	4,2	16	28,3	14,8
	9	12 0	30,2	16,8	47,0	4,2	14	30,3	16,9
	6	2	32,3	18,9	51,2	3,8	12	32,5	19,1
	3	4	34,2	20,8	55,0	3,8	10	34,1	20,7
	0	6	36,1	22,7	58,8		8	36,1	22,8
	2	84	12 43	19,5	6,0	25,5	3,9	13 17	19,7
81		45	21,4	8,0	29,4	3,8	15	21,5	8,1
78		47	23,3	9,9	33,2	3,9	13	23,5	10,2
75		49	25,2	11,9	37,1	4,4	11	25,1	11,8
72		51	27,5	14,0	41,5	4,4	9	27,3	13,9
69		53	29,7	16,2	45,9	4,1	7	29,8	16,3
66		55	31,7	18,3	50,0	3,9	5	31,7	18,2
63		57	33,6	20,3	53,9	3,6	3	33,8	20,5
60		59	35,4	22,1	57,5		13 1	35,5	22,0

Среднее для первого и второго приемов  $r_{ср} = 4,02$

$$\mu_0 = \pm \sqrt{\frac{\sum \sum v^2}{2k(S-i)}} = \pm \sqrt{\frac{0,3288}{2 \cdot 2(36-2)}} = \pm 0,05$$

$$\mu_1 = \pm \frac{\mu_0}{\sqrt{2}} = \pm \frac{0,05}{\sqrt{2}} = \pm 0,0354 \approx \pm 0,04$$

ход		перемещение пузырька $r = l_i + 1 - l_i$	$r_m = \frac{r_{пр} - r_{обр}}{2}$	$v' = r_{ср} - r_m$	Длина пузырька						
положение пузырька $l = \Pi + \Pi$	11				12	13	14	прямой ход		обратный ход	
								$\Pi - \Pi$	$v$	$\Pi - \Pi$	$v$
26	$\tau/2,3$	$4\tau/2,1$	$4\tau/2,00$	$+0\tau/2,02$	13 $\tau,4$	$+0\tau,01$	13 $\tau,3$	$+0\tau,11$			
30	,4	3 ,7	3 ,85	$+0 ,17$	13 ,5	$-0 ,09$	13 ,4	$+0 ,01$			
34	,1	4 ,8	4 ,50	$-0 ,48$	13 ,5	$-0 ,09$	13 ,3	$+0 ,11$			
38	,9	4 ,2	4 ,25	$-0 ,23$	13 ,5	$-0 ,09$	13 ,5	$-0 ,09$			
43	,1	4 ,1	4 ,15	$-0 ,13$	13 ,4	$+0 ,01$	13 ,5	$-0 ,09$			
47	,2	4 ,4	4 ,30	$-0 ,28$	13 ,4	$+0 ,01$	13 ,4	$+0 ,01$			
51	,6	3 ,2	3 ,50	$+0 ,52$	13 ,4	$+0 ,01$	13 ,4	$+0 ,01$			
54	,8	4 ,1	3 ,95	$+0 ,07$	13 ,4	$+0 ,01$	13 ,4	$+0 ,01$			
58	,9				13 ,4	$+0 ,01$	13 ,3	$+0 ,11$			
Среднее 13,41											
25	,9	3 ,7	3 ,80	$+0 ,22$	13 ,5	$-0 ,09$	13 ,5	$-0 ,09$			
29	,6	4 ,1	3 ,95	$+0 ,07$	13 ,4	$+0 ,01$	13 ,4	$+0 ,01$			
33	,7	3 ,2	3 ,55	$+0 ,47$	13 ,4	$+0 ,01$	13 ,3	$+0 ,11$			
36	,9	4 ,3	4 ,35	$-0 ,33$	13 ,3	$+0 ,11$	13 ,3	$+0 ,11$			
41	,2	4 ,9	4 ,65	$-0 ,63$	13 ,5	$-0 ,09$	13 ,4	$+0 ,01$			
46	,1	3 ,8	3 ,95	$+0 ,07$	13 ,5	$-0 ,09$	13 ,5	$-0 ,09$			
49	,9	4 ,4	4 ,15	$-0 ,13$	13 ,4	$+0 ,01$	13 ,5	$-0 ,09$			
54	,3	3 ,2	3 ,40	$+0 ,62$	13 ,3	$+0 ,11$	13 ,3	$+0 ,11$			
57	,5				13 ,3	$+0 ,11$	13 ,5	$-0 ,09$			
Среднее 13,41											

$$\sum \sum v^2 = 0,3288$$



Таблица 4

## НОРМАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ

$x$	$y$	$l$
+9	-36	-373,23
	+4,0	+41,47
	+204	+1248,14
	-144	-1492,92
	+60	-244,78

$$y = +\frac{244,78}{60} = +4,080$$

$$x = 4,080 \cdot 4 + 41,47 = +57,79$$

$$py = 60$$

Средняя квадратическая ошибка единицы веса

$$\mu = \pm \sqrt{\frac{\sum \delta^2}{n-2}} = \pm \sqrt{\frac{0,4063}{9-2}} = \pm 0^{\tau/2},24 = \pm 0^{\tau},12 = \pm 0'',18.$$

Цена одного деления трубки уровня

$$\tau = \frac{2 \cdot 3l''}{y} = \frac{2 \cdot 3 \cdot 1''}{4,080} = 1'',471.$$

Средняя квадратическая ошибка определения цены деления

$$\mu_{\tau} = \frac{2 \cdot 3l''}{y^2} \mu \sqrt{\frac{1}{py}} = \frac{2 \cdot 3'' \cdot 1}{(4,080)^2} 0,24 \sqrt{\frac{1}{60}} = \pm 0'',012.$$

Средняя квадратическая ошибка определения одного положения пузырька уровня

$$\mu' = 2\mu = \pm 2 : 0'',18 = \pm 0'',36.$$

Таблица 5

УРАВНЕНИЯ ПОГРЕШНОСТЕЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ  $p$  и  $z$ 

Первый прием

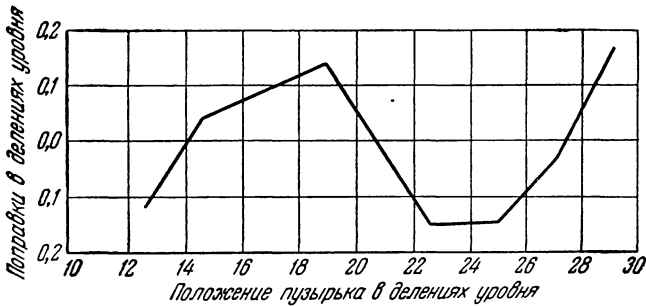
Второй прием

№ п. п.	$p$	$z$	$\Delta l_I$	№ п. п.	$p$	$z$	$\Delta l_{II}$
1	+1	-8	+0 <sup><math>\tau</math>/2</sup> ,08	1	+1	+8	+0 <sup><math>\tau</math>/2</sup> ,08
2	+1	-7	-0,05	2	+1	+7	+0,08
3	+1	-6	+0,15	3	+1	+6	+0,08
4	+1	-5	+0,05	4	+1	+5	+0,05
5	+1	-4	+0,05	5	+1	+4	0,00
6	+1	-3	+0,08	6	+1	+3	+0,10
7	+1	-2	-0,08	7	+1	+2	+0,08
8	+1	-1	+0,05	8	+1	+1	+0,05
9	+1	0	+0,05	9	+1	0	+0,02

## НОРМАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ

Первый прием			Второй прием		
$p$	$z$	$\Delta l$	$p$	$z$	$\Delta l$
+9	-36	+0,38	+9	-36	+0,54
	+4,0	-0,042		+4,0	-0,060
$p_I = -0^{\tau/2},026$			$p_{II} = -0^{\tau/2},080$		
	+204	-1,77		+204	+2,44
	-144	+1,52		-144	-2,16
	+60	-0,25		+60	+0,28
	$z_I = +0^{\tau/2},004$			$z_{II} = -0^{\tau/2},005$	

График поправок уровня при трубе универсала АУ-2''/10' № 3222, з-д «Аэрогеоприбор»



Цена деления уровня (при длине пузырька  $13^{\tau}$ , 4 и  $t = +21^{\circ}, 80$ )  
 $\tau = 1^{\prime}, 471 \pm 0^{\prime}, 012$ .

Средняя квадратическая ошибка определения положения пузырька уровня: а) по результатам уравнивания  $\mu' = \pm 0^{\prime}, 36$ , б) по колебаниям длины пузырька уровня  $\mu_1 = \pm 0^{\tau}, 04$ .

Результаты определения величин  $p$  и  $z$  следующие: а) из первого приема  $p_I = -0^{\tau}, 013$ ,  $z_I = +0^{\tau}, 002$ , б) из второго приема  $p_{II} = -0^{\tau}, 040$ ,  $z_{II} = -0^{\tau}, 002$ .

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕНЫ ОБОРОТА БАРАБАНА ОКУЛЯРНОГО МИКРОМЕТРА

I. Определение на коллиматоре цены оборота барабана окулярного микрометра главной и поверительной трубы

1. Главная труба

Цену оборота окулярного микрометра инструментов типа ТТ-2''/6'' и АУ-2''/10'' определяют четырьмя приемами с перестановкой лимба между ними через 45°, а окулярного микрометра — через 25 делений барабана согласно табл. 1.

Таблица 1

№ приема	Установка лимба	Установка окулярного микрометра				
I	0°	8,50	9,50	10,50	11,50	12,50
II	45	8,25	9,25	10,25	11,25	12,25
III	90	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00
IV	135	7,75	8,75	9,75	10,75	11,75

В каждом приеме делают прямой и обратный ход и исследуют четыре оборота винта микрометра (табл. 2).

Методика определений цены оборота заключается в следующем.

Барабан окулярного микрометра устанавливают на нужный отсчет. Наводящим винтом алидады трубу приближенно наводят на вертикальную нить коллиматора. Затем (уже точно) три раза наводят подвижным биссектором исследуемого окулярного микрометра на вертикальную нить коллиматора и берут отсчеты по барабану микрометра и микроскопам горизонтального круга. Затем ставят барабан микрометра на следующий отсчет и измерения продолжают в том же порядке.

По окончании измерений определяют зенитное расстояние горизонтальной нити коллиматора.

Обработку наблюдений каждого приема производят в следующем порядке.

1. Для каждой установки микрометра подсчитывают средние значения из отсчетов по микроскопам горизонтального круга и счетному барабану. Затем берут средние из одноименных результатов прямого и обратного хода (графы 9 и 11 табл. 2).

2. Подсчитывают средние  $M_0$  (графа 9) и  $K_0$  (графа 11) и берут отклонения от этих арифметических средних

$$\Delta K_i = K_0 - K_i; \quad \Delta M_i = M_0 - M_i.$$

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕНЫ ОБОРОТА БАРАБАНА ОКУЛЯРНОГО МИКРОМЕТРА ГЛАВНОЙ ТРУБЫ  
 Наименование и № инструмента \_\_\_\_\_ Определял \_\_\_\_\_

10 марта 1954 г.

Прямой ход				Обратный ход				M	ΔM	K	ΔK
отсчеты окуляр- ного ми- крометра	микроскоп А	микро- скоп Б	$\frac{A+B}{2}$	отсчеты окуляр- ного ми- крометра	микроскоп А	микро- скоп Б	$\frac{A+B}{2}$				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
IV прием											
7,758	135°0'14 <sup>0</sup> ,2	22 <sup>0</sup> ,0		7,744	135°0'14 <sup>0</sup> ,1	21 <sup>0</sup> ,8					
750	14,4	22,8		741	14,1	21,9					
754				740							
7,7540	18",6	24",8	135°0'21",7	7,7417	18",2	23",7	135°0'21",0	7,7478	+2,0026	21,35	+199",15
8,758	2' 0,0	2,9		8,740	1'54,0	0,8					
760	1 54,9	2,5		740	53,7	1,0					
760				740							
8,7593	1'59,9	5,4	135°2' 2",6	8,7400	57,7	1,8	135°1'59",8	8,7496	+1,0008	121,20	+ 99,30
9,760	3'34,0	42,0		9,752	3'34,4	41,6					
760	34,0	41,8		753	34,4	41,8					
760				760							
9,7600	38,0	43,8	135°3'40",9	9,7550	38,8	43,4	135°3'41",1	9,7575	-0,0071	221,00	- 0,50
10,744	5'13,8	21,0		10,750	5'13,0	20,4					
746	14,0	21,5		749	13,4	21,2					
743				748							
10,7443	17,8	22,5	135°5'20",2	10,7490	16,4	21,6	135°5'19",0	10,7466	-0,9962	319,60	- 99,10
11,740	6'53,0	0,0		11,758	6'53,4	1,4					
744	53,2	0,7		758	54,0	1,8					
744				758							
11,7427	56,2	0,7	135°6'58",4	11,7580	57,4	3,2	135°7' 0",3	11,7504	-2,0000	419,35	-198,85
								9,7504 = M <sub>0</sub>		220",50 = K <sub>0</sub>	

3. Для каждого приема вычисляют цену оборота микрометра по формуле

$$R' = \frac{[\Delta K \cdot \Delta M]}{[\Delta M^2]}.$$

4. Вычисляют значение цены оборота как среднее арифметическое из результатов отдельных приемов, а также выводят среднюю квадратическую ошибку результата по отклонениям отдельных значений от своего среднего.

Полученное значение  $R'_{\text{ср}}$  цены оборота микрометра исправляют поправкой за зенитное расстояние горизонтальной нити коллиматора по формуле

$$R = R'_{\text{ср}} \sin z,$$

где  $z$  — зенитное расстояние горизонтальной нити коллиматора,  $R$  — окончательное значение цены оборота микрометра.

Цену оборота  $R$  проверяют по приближенной формуле

$$R'' = \frac{\tau}{F} \varrho'', \quad (\text{a})$$

где  $\tau$  — шаг винта микрометра,

$F$  — фокусное расстояние объектива исследуемой трубы.

Ниже приведен пример вычисления одного приема измерений и вычисления окончательного значения цены оборота барабана микрометра.

$$[\Delta M \cdot \Delta K] = 994,6242 \quad [\Delta M^2] = 10,0045.$$

$$R' = \frac{[\Delta M \cdot \Delta K]}{[\Delta M^2]} = 99'',418.$$

№ приема	$R'$	$v$
I	99'',493	-0,062
II	425	+ 006
III	387	+ 044
IV	418	+ 013
	99,431	+0,001

$$\sum v^2 = 0,005985 \quad M = \pm \sqrt{\frac{\sum v^2}{n(n-1)}} = \pm 0'',022$$

$$z = 87^\circ 50'; \quad \sin z = 0,9993;$$

$$R = R'_{\text{ср}} \sin z = 99'',361.$$

Цена оборота микрометра вычислена по формуле (a) при  $\tau = 0,25$  мм,  $F = 520$  мм и равна

$$R = \frac{0,25 \cdot 206\,265}{520} = 99'',2.$$



## 2. Поверительная труба

Коллиматором должен служить инструмент, качество горизонтального круга которого не ниже, чем у круга исследуемого инструмента. Исследуют четыре оборота винта микрометра по приведенной выше программе определения цены оборота барабана микрометра главной трубы.

При этом применяют следующую методику определений.

Счетный барабан окулярного микрометра исследуемой поверительной трубы устанавливают на отсчет, выбираемый для данного приема и установки из табл. 1. Одну из выбранных вертикальных нитей коллиматора приблизительно наводят на биссектор микрометра поверительной трубы, действуя наводящим винтом алидады горизонтального круга коллиматора. Лимб инструмента коллиматора устанавливают на соответствующий данному приему отсчет. Далее, действуя микрометром поверительной трубы, уже точно наводят последовательно три раза биссектор поверительной трубы на вертикальную нить коллиматора, беря каждый раз отсчеты по барабану микрометра. Одновременно второй наблюдатель производит отсчеты по микроскопам горизонтального круга коллиматора. За время выполнения одного хода вертикальная нить коллиматора должна оставаться в неизменном положении относительно своего нуля.

Для окончательного вывода цены оборота винта окулярного микрометра следует учитывать зенитное расстояние коллиматора.

Каждый прием наблюдений обрабатывают в том же порядке, как и для главной трубы (табл. 3).

### II. Определение в поле цены оборота барабана окулярного микрометра главной и поверительной трубы

#### 1. Главная труба

Полевое определение ведут по такой же программе, как и в лаборатории. Коллиматор заменяют устойчивым земным предметом, на который можно визировать с высокой степенью точности.

Земной предмет выбирают на расстоянии от инструмента не ближе 1 км. Для этой же цели может быть выставлена специальная световая марка. Исследуемый инструмент устанавливают на устойчивом основании.

Для астрономических инструментов цену оборота винта окулярного микрометра определяют по наблюдениям звезд в элонгации.

Для нахождения положения звезды, наблюдаемой в элонгации, пользуются формулами

$$\cos t = \frac{\operatorname{tg} \varphi}{\operatorname{tg} \delta}; \quad S_{W, E} = a \pm t; \quad \cos z = \frac{\sin \varphi}{\sin \delta}; \quad \sin A_N = \frac{\cos \delta}{\cos \varphi};$$

$$A_{W, E} = 180^\circ \mp A_N.$$

Повернув коробку микрометра так, чтобы подвижная нить была горизонтальна, и проверив ее горизонтальность, устанавливают инструмент по вычисленным  $z$  и  $A$ , пузырек талькоттовского уровня подводят к середине. Далее ставят нить микрометра на отсчет  $4,0$  оборота (или  $16^{06},0$ , в зависимости от движения звезды), проверяют установку по индексу микрометра и наблюдают по хронометру момент прохождения звезды через нить; записывают показания уровня. Затем переставляют нить с проверкой по индексу на отсчет  $4^{06},5$  (или  $15^{06},5$ ), наблюдают второй момент, записывают уровень (в некоторых наблюдениях запись уровня может быть опущена). Действуя таким образом, проводят наблюдения до установки на  $16,5$  (или  $3,5$ ) оборота. Возможны и другие комбинации установок.

Цену оборота из наблюдений отдельной звезды вычисляют в следующем порядке:

1) с данной поправкой хронометра  $u$  определяют показание хронометра  $T_0$  в момент элонгации

$$T_0 = s - u;$$

2) для каждого наблюдения находят промежуток времени от момента элонгации до момента наблюдений звезды

$$\Delta T_i = T_i - T_0,$$

где  $T_i$  — показание хронометра в момент прохождения звезды через нить при установке барабана на обороте с номером  $i$ ;

3) для каждого наблюдения подсчитывают

$$\delta T_i^s = \Delta T_i - C_i + \delta_i,$$

где  $C_i = \frac{1}{6} 15^2 \sin^2 1'' [\Delta T_i]^3$  берут из табл. 4 по аргументу  $\Delta T_i$ ;

$\delta_i$  — поправка за наклонность вычисляется по формуле

$$\delta_i = i \frac{\tau}{30 \cos \delta};$$

$\tau$  — цена деления уровня, выраженная в секундах дуги;  $i$  выражено в полуделениях уровня (формулу для подсчета  $i$  см. ниже);

4) среднее из всех  $\delta T_i^s$  и уклонения отдельных результатов от этого среднего находят

$$\delta T_0^s = \frac{1}{n} [\delta T_i^s],$$

$$\Delta s_i = \delta T_0^s - \delta T_i^s;$$

5) среднее из оборотов барабана и уклонения от этого среднего находят

$$M_0 = \frac{1}{n} [M_i],$$

$$\Delta M_i = M_0 - M_i;$$

## ИЗМЕРЕНИЕ УГЛА МИКРОМЕТРОМ ПОВЕРИТЕЛЬНОЙ ТРУБЫ

Наименование и № инструмента \_\_\_\_\_

Измерял \_\_\_\_\_

№ приема	№ измерения	Отсчеты окулярного микрометра		Углы в делениях окулярного микрометра	Отсчеты окулярного микрометра		Углы в делениях окулярного микрометра	Средние углы
		на I направление	на II направление		на I направление	на II направление		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
		<b>Прямой ход</b>			<b>Обратный ход</b>			
1	1	8 <sup>06</sup> 421	9 <sup>06</sup> 631	1 <sup>06</sup> 210	8 <sup>06</sup> 500	9 <sup>06</sup> 709	1 <sup>06</sup> 209	
	2	415	644	229	512	728	216	
	3	422	624	202	505	716	211	
	4	402	594	192	469	705	236	
				Среднее	1 <sup>06</sup> 2082		Среднее	
2	1	9 <sup>06</sup> 050	10 <sup>06</sup> 234	1 <sup>06</sup> 184	9 <sup>06</sup> 163	10 <sup>06</sup> 375	1 <sup>06</sup> 212	
	2	040	236	196	157	387	230	
	3	033	239	206	173	388	215	
	4	049	258	209	192	392	200	
				Среднее	1 <sup>06</sup> 1988		Среднее	

3	1	9 <sup>06</sup> 530	10 <sup>06</sup> 728	1 <sup>06</sup> 198	9 <sup>06</sup> 584	10 <sup>06</sup> 779	1 <sup>06</sup> 195	1 <sup>06</sup> 2088
	2	528	742	214	571	798	227	
	3	540	734	194	575	786	211	
	4	534	744	210	571	792	221	
	Среднее			1 <sup>06</sup> 2040	Среднее		1 <sup>06</sup> 2135	
4	1	10 <sup>06</sup> 119	11 <sup>06</sup> 312	1 <sup>06</sup> 193	10 <sup>06</sup> 065	11 <sup>06</sup> 268	1 <sup>06</sup> 203	1 <sup>06</sup> 2042
	2	118	320	202	050	269	219	
	3	100	301	201	052	250	198	
	4	082	280	198	043	263	220	
	Среднее			1 <sup>06</sup> 1985	Среднее		1 <sup>06</sup> 2100	
5	1	10 <sup>06</sup> 604	11 <sup>06</sup> 814	1 <sup>06</sup> 210	10 <sup>06</sup> 690	11 <sup>06</sup> 911	1 <sup>06</sup> 221	1 <sup>06</sup> 2080
	2	591	807	216	708	910	202	
	3	617	818	201	693	904	211	
	4	603	799	196	705	906	201	
	Среднее			1 <sup>06</sup> 2058	Среднее		1 <sup>06</sup> 2088	

6) цену оборота из наблюдений отдельной звезды определяют по формуле

$$R^s = [\Delta M \cdot \Delta s] : [\Delta M^2],$$

$$q = \frac{R^s \cdot 15 \cos \delta}{60} dQ,$$

$$R = R^s \cdot 15 \cos \delta - q,$$

$dQ$  выбирают из табл. 5 по аргументу  $z$ ;

7) окончательное значение цены оборота подсчитывают как среднее арифметическое из наблюдений всех звезд. Средняя квадратическая ошибка вычисляется по отклонениям от среднего.

Таблица 4

ТАБЛИЦА ВЕЛИЧИН  $C$

$\Delta T$	$C$	$\Delta T$	$C$	$\Delta T$	$C$	$\Delta T$	$C$	$\Delta T$	$C$
0 <sup>m</sup>	0 <sup>s</sup> ,00	10 <sup>m</sup>	0 <sup>s</sup> ,19	20 <sup>m</sup>	1 <sup>s</sup> ,52	30 <sup>m</sup>	5 <sup>s</sup> ,14	40 <sup>m</sup>	12 <sup>s</sup> ,18
1	0,00	11	0,25	21	1,76	31	5,67	41	13,12
2	0,00	12	0,33	22	2,03	32	6,24	42	14,11
3	0,00	13	0,42	23	2,32	33	6,84	43	15,14
4	0,01	14	0,52	24	2,63	34	7,48	44	16,22
5	0,02	15	0,64	25	2,97	35	8,16	45	17,35
6	0,04	16	0,78	26	3,35	36	8,88	46	18,53
7	0,06	17	0,94	27	3,75	37	9,64	47	19,77
8	0,10	18	1,11	28	4,18	38	10,45	48	21,06
9	0,14	19	1,31	29	4,64	39	11,29	49	22,40
10	0,19	20	1,52	30	5,14	40	12,18	50	23,80

Таблица 5

ТАБЛИЦА ВЕЛИЧИН  $dQ$

$s$	$dQ$	$z$	$dQ$	$z$	$dQ$	$z$	$dQ$	$z$	$dQ$
0°	0 <sup>o</sup> ,0175	10°	0 <sup>o</sup> ,0180	20°	0 <sup>o</sup> ,0198	30°	0 <sup>o</sup> ,0233	40°	0 <sup>o</sup> ,0298
1	0175	11	0182	21	0201	31	0238	41	0307
2	0175	12	0183	22	0204	32	0243	42	0317
3	0175	13	0184	23	0206	33	0249	43	0327
4	0176	14	0186	24	0210	34	0255	44	0338
5	0177	15	0188	25	0213	35	0261	45	0350
6	0178	16	0189	26	0217	36	0267	46	0363
7	0178	17	0191	27	0220	37	0274	47	0376
8	0178	18	0194	28	0224	38	0282	48	0391
9	0179	19	0196	29	0229	39	0290	49	0407
10	0180	20	0198	30	0233	40	0298	50	0424

Формулы для подсчета  $i$

I. Звезда наблюдается в восточной элонгации	а) нуль делений в середине трубки уровня	} Конец пузырька дальний от объектива получает +, ближний — $i = \text{Л} + \text{П}$	
	б) нуль делений (или меньшая надпись $m_1$ ) вблизи объектива, $m$ (или большая $m_2$ ) вдали		} $i = (\text{Л} + \text{П}) - m$ $i = (\text{Л} + \text{П}) - (m_1 + m_2)$
	в) нуль делений (или меньшая надпись $m_1$ ) вдали от объектива, $m_1$ (или большая $m_2$ ) вблизи		
II. Звезда наблюдается в западной элонгации	а) нуль делений в середине трубки уровня	} Конец пузырька, дальний от объектива получает —, ближний + $i = \text{Л} + \text{П}$	
	б) нуль делений (или $m_1$ ) вблизи объектива, $m$ (или $m_2$ ) вдали		} $i = m - (\text{Л} + \text{П})$ $i = (m_1 + m_2) - (\text{Л} + \text{П})$
	в) нуль делений (или $m_1$ ) вдали от объектива, $m$ (или $m_2$ ) вблизи		

Здесь: Л — отсчет по левому концу пузырька уровня; П — по правому.  
 Пример. Определение цены оборота барабана окулярного микрометра инструмента завода «Аэрогеоприбор» АУ-2"/10" № 3205 на п. Еловка по наблюдению звезды 36H Serphei (4,96) в восточной элонгации при К Л 27—28 августа 1954 г. Хронометр 1-го МЧЗ им. Кирова № 475.

Вычисление  $s, z, A$

$\alpha = 22^h 54^m,9$ $\delta = 84^\circ 06',0$	lg tg $\varphi$	0,17199	lg sin $\varphi$	9,91888	lg cos $\delta$	9,01196
	lg tg $\delta$	0,98573	lg sin $\delta$	9,99769	lg cos $\varphi$	9,74689
$\varphi = 56^\circ 03',6$	lg cos $t$	9,18626	lg cos $z$	9,92119	lg sin $A$	9,26507
	$t$	$5^h 24^m,7$	$z$	$33^\circ 29'$	$A$	$10^\circ 37'$
	$\alpha$	$22\ 54,9$			$A$	$190^\circ 37'$
	$s$	$17^h 30^m,0$				

$\alpha$  и  $\delta$  средние места звезд

## МАТЕРИАЛЫ НАБЛЮДЕНИЙ И ИХ ОБРАБОТКА

Обороты	T	Уровень	i	$\Delta T$	C	$\delta_i$	$\delta T^s$	$\Delta M$	$\Delta S$
4.0	17 <sup>h</sup> 24 <sup>m</sup> 6 <sup>s</sup> ,0	5.0 27,4	+2,4	-6 <sup>m</sup> 42 <sup>s</sup> ,5	+0,06	+1,36	-401,08	+6,25	+458,40
4.5	24 42,0	5,3 27,7	+3,0	-6 06,5	+0,04	+1,70	-364,76	+5,75	+422,08
5.0	25 19,0	5,2 27,6	+2,8	-5 29,5	+0,03	+1,58	-327,89	+5,25	+385,21
5.5	25 55,5			-4 53,0	+0,02	+1,47	-291,51	+4,75	+348,83
6.0	26 32,5	5,0 27,4	+2,4	-4 16,0	+0,01	+1,36	-254,63	+4,25	+311,95
6.5	27 9,0			-3 39,5	+0,01	+1,42	-218,07	+3,75	+275,39
7.0	27 45,5	5,1 27,5	+2,6	-3 03,0	-	+1,47	-181,53	+3,25	+238,85
7.5	28 22,0	5,3 27,8	+3,1	-2 26,5	-	+1,75	-144,75	+2,75	+202,07
8.0	28 58,5	5,8 28,1	+3,9	-1 50,0	-	+2,20	-107,80	+2,25	+165,12
8.5	29 35,5	5,9 28,3	+4,2	-1 13,0	-	+2,37	- 70,63	+1,75	+127,95
9.0	30 12,0	6,0 28,4	+4,4	-0 36,5	-	+2,49	- 34,01	+1,25	+ 91,33
9.5	30 49,0			+0 00,5	-	+2,49	+ 2,99	+0,75	+ 54,33
10.0	31 25,0	6,0 28,4	+4,4	+0 36,5	-	+2,49	+ 38,99	+0,25	+ 18,33
10.5	32 1,5	6,2 28,7	+4,9	+1 13,0	-	+2,77	+ 75,77	-0,25	- 18,45
11.0	32 38,0	6,0 28,5	+4,5	+1 49,5	-	+2,54	+112,04	-0,75	- 54,72
11.5	33 15,0	6,1 28,7	+4,8	+2 26,5	-	+2,71	+149,21	-1,25	- 91,89
12.0	33 52,0	6,2 28,7	+4,9	+3 03,5	-	+2,77	+186,27	-1,75	-128,95
12.5	34 28,5	6,0 28,5	+4,5	+3 40,0	-0,01	+2,54	+222,53	-2,25	-165,21
13.0	35 5,0	5,8 28,3	+4,1	+4 16,5	-0,01	+2,32	+258,81	-2,75	-201,49
13.5	35 41,5			+4 53,0	-0,02	+2,38	+295,36	-3,25	-238,04
14.0	36 18,0	5,9 28,4	+4,3	+5 29,5	-0,03	+2,43	+331,90	-3,75	-274,58

14,5	36 55,0	6,1 28,7	+4,8	+6 06,5	-0,04	+2,71	+369,17	-4,25	-311,85
15,0	37 32,0	6,2 28,8	+5,0	+6 43,5	-0,06	+2,82	+406,26	-4,75	-348,94
15,5	38 8,5			+7 20,0	-0,07	+2,85	+442,78	-5,25	-385,46
16,0	38 45,0	6,2 28,9	+5,1	+7 56,5	<del>-0,08</del>	+2,88	+479,28	-5,75	-421,96
16,5	39 21,5	6,1 28,8	+4,9	+8 33,0	-0,12	+2,77	+515,65	-6,25	-458,33
10,25							+57,32		

$$[\Delta M \cdot \Delta S] = 26829,2625; [\Delta M^2] = 365,6250;$$

$$[\Delta M \cdot \Delta S] = 26829,2625$$

$$R^s = \frac{26829^s,2625}{365,6250} = 73^s,3792;$$

$$[\Delta M]^2 = 365,6250$$

$$R = 73^s,3792 \times 15 \times 0,102713 - \varrho = 113,055 - 0,048 = 113'',007$$

$$\varphi = 56^\circ 03' 37'',0$$

$$\delta = 84 06 16,5$$

$$\alpha = 22^h 55^m 01^s,3$$

$$u = -0 28^s,9$$

} Видимые места  
звезд

lg tg $\varphi$	0,17200
lg tg $\delta$	0,98607
lg cos $t$	9,18593
$t$	5 <sup>h</sup> 24 <sup>m</sup> 41 <sup>s</sup> ,7
$\alpha$	22 55 01,3
$s$	17 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> 19 <sup>s</sup> ,6
$-u$	0 28,9
$T_0$	17 30 48,5

$$i = (J + \Pi) - 30$$

$$\tau = 1'',74$$

$$\cos \delta = 0,102713$$

$$\frac{\tau}{30 \cos \delta} = 0^s,565$$

$$\varrho = \frac{113,1 \cdot 0,0252}{60} = 0'',048$$



## 2. Поверительная труба

Выбирают на местности две удаленные и хорошо видимые точки, лежащие на одной высоте. Направления на эти точки должны составлять угол, приблизительно равный 1—1,25 оборота винта микрометра. Для той же цели на расстоянии не менее 1 км от пункта могут быть выставлены две специальные марки, направления на которые дают указанный выше угол.

Этот угол измеряют микрометром поверительной трубы прямым и обратным ходом по пять раз при последовательных установках микрометра на 8,5; 9,0; 10,0 и 10,5 оборота винта при наведении на левый в поле зрения предмет в прямом ходе и на 10,5; 10,0; 9,5 и 8,5 оборота при таком же наведении в обратном ходе. При каждой установке поверительной трубы биссектор окулярного микрометра наводят на левый и правый предметы по четыре раза. Далее этот же угол измеряют исследуемым инструментом шесть приемами с перестановкой лимба между приемами на 30°.

По материалам наблюдения вычисляют цену оборота винта окулярного микрометра, которая будет равна значению измеренного угла в градусной мере, деленному на значение этого же угла в оборотах винта микрометра.

Если выбранные для наблюдения точки не лежат в горизонтальной плоскости, то измеряют их зенитное расстояние, и вычисленную указанным способом цену оборота винта окулярного микрометра исправляют за приведение к горизонту путем умножения на синус зенитного расстояния марок.

В табл. 6 приведен пример определения цены деления окулярного микрометра поверительной трубы инструмента «Аэрогеоприбор» АУ-2''/10'' № 3207 в виде сводной таблицы.

Т а б л и ц а 7

СВОДНАЯ ТАБЛИЦА

Угол, измеренный микрометром трубы		Угол, измеренный инструментом	
1-й прием	1 <sup>06</sup> ,2131	1-й прием	0°2'51",55
2-й »	2065	2-й »	53 ,16
3-й »	2088	3-й »	52 ,62
4-й »	2042	4-й »	50 ,83
5-й »	2073	5-й »	52 ,06
		6-й »	50 ,55
Среднее	1 <sup>06</sup> ,2080	Среднее	0°2'51",80

$$R' = \frac{171",80}{1,2080} = 142",22;$$

$$z = 88°32';$$

$$\sin z = 0,99967$$

$$R = 142",17$$

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕНА МИКРОСКОПА-МИКРОМЕТРА**

Если микрометр имеет две пары нитей, то рен вычисляют по формуле

$$r = \rho - \sigma,$$

где  $\rho = b - a$  и  $\sigma$  — разность фактического расстояния между двумя биссекторами и его номинального значения.

При одной паре нитей

$$r = \rho.$$

Величину  $\sigma$  определяют на двух любых хороших штрихах круга при шести установках барабана микрометра. При каждой установке барабана делают три наведения на выбранный штрих сначала правым биссектором нитей, затем левым. Между отдельными установками барабан переставляют на 20 делений. Порядок наблюдений указан в табл. 2.

Для определения  $\rho$  выполняют два ряда наблюдений: в прямом ходе алидаду вращают по ходу часовой стрелки и в обратном — против хода часовой стрелки.

Установка алидады и микрометра указаны в табл. 1, а пример определения  $\rho$  — в табл. 3.

Таблица 1

УСТАНОВКА АЛИДАДЫ ПРИ КРУГЕ, РАЗДЕЛЕННОМ ЧЕРЕЗ 10'

Прямой ход			Обратный ход		
номер установки	установка нуля	установка микрометра	номер установки	установка нуля	установка микрометра
1	2	3	4	5	6
1	0°0'	0"	16	22°32'	30"
2	45 11	15	15	67 43	45
3	90 22	30	14	112 55	0
4	135 33	45	13	158 06	15
5	180 45	0	12	203 17	30
6	225 56	15	11	248 28	45
7	271 07	30	10	293 40	0
8	316 18	45	9	338 51	15

Прямой ход			Обратный ход		
номер установки	установка нуляпункта	установка микрометра	номер установки	установка нуляпункта	установка микрометра
1	2	3	4	5	6

УСТАНОВКА АЛИДАДЫ ПРИ КРУГЕ, РАЗДЕЛЕННОМ ЧЕРЕЗ 5'

1	0°0'	0"	24	15°1'	0"
2	30 5	25	23	45 6	25
3	60 10	50	22	75 11	50
4	90 16	15	21	105 17	15
5	120 21	40	20	135 22	40
6	150 27	5	19	165 28	5
7	180 32	30	18	195 33	30
8	210 37	55	17	225 38	55
9	240 43	20	16	255 44	20
10	270 48	45	15	285 49	45
11	300 54	10	14	315 55	10
12	330 59	35	13	346 0	35

УСТАНОВКА АЛИДАДЫ ПРИ КРУГЕ, РАЗДЕЛЕННОМ ЧЕРЕЗ 4'

1	0°0'	0"	24	15°1'	0"
2	30 5	20	23	45 6	20
3	60 10	40	22	75 11	40
4	90 16	0	21	105 17	0
5	120 21	20	20	135 22	20
6	150 26	40	19	165 27	40
7	180 32	0	18	195 33	0
8	210 37	20	17	225 38	20
9	240 42	40	16	250 43	40
10	270 48	0	15	285 49	0
11	300 53	20	14	315 54	20
12	330 58	40	13	345 49	40

Рен микроскопов не должен превышать 1'' (а сумма ренов двух микроскопов не должна быть более 0'',5) для 2'' теодолитов и 2'',5 — для 5'' теодолитов.

Для своевременного выявления значительных изменений рена во время полевых работ рекомендуется на каждом пункте триангуляции 1 класса определять разности  $(b - a)$  при отчетах в нульпункте 0°, 90°10', 180°32' и 270°48'. При изменениях средних значений этих разностей, полученных для обоих микроскопов более чем на 0'',5 по сравнению с лабораторными исследованиями, следует определить рен по полной программе.

Поправки за рен вводят в тех случаях, когда величина рена превышает 1''. При этом пользуются формулой

$$\Delta r = r \frac{a+b}{2n_0},$$

$n_0$  — цена деления круга.

ТТ-2"/6"  
инструмент2"/6"  
точность

з-д «Аэрогеоприбор» № 8011

ОПРЕДЕЛЕНИЕ  $\sigma$ 

24 марта 1953 г.

Отсчеты по барабану при наведении на штрих		Правый микроскоп левый	Средние	Отсчеты по барабану при наведении на штрих		Правый микроскоп левый	Средние	Отсчеты по барабану при наведении на штрих		Правый микроскоп левый	Средние	Отсчеты по барабану при наведении на штрих		Правый микроскоп левый	Средние
правого биссектора	левого биссектора			правого биссектора	левого биссектора			правого биссектора	левого биссектора			правого биссектора	левого биссектора		
<i>Микроскоп А</i>															
1-я установка 0° 0'								2-я установка 180° 0'							
(1)4 <sup>0</sup> ,0	(2)4 <sup>0</sup> ,0	0 <sup>0</sup> ,0		2 <sup>0</sup> ,1	2 <sup>0</sup> ,0	+0 <sup>0</sup> ,1		3 <sup>0</sup> ,3	3 <sup>0</sup> ,0	+0 <sup>0</sup> ,3		3 <sup>0</sup> ,4	3 <sup>0</sup> ,0	+0 <sup>0</sup> ,4	
(3)4,2	(4)4,0	+0,2		2,5	2,0	+0,5		3,3	3,0	+0,3		3,4	3,0	+0,4	
(5)4,0	(6)4,0	0,0	+0 <sup>0</sup> ,07	2,2	2,0	+0,2	+0 <sup>0</sup> ,27	3,6	3,1	+0,5	+0 <sup>0</sup> ,37	3,2	3,0	+0,2	+0 <sup>0</sup> ,33
23,4	23,2	+0,2		23,2	23,0	+0,2		23,8	23,9	-0,1		22,0	22,0	0,0	
23,0	23,2	-0,2		22,8	22,4	+0,4		23,6	23,7	-0,1		21,8	22,0	-0,2	
23,0	23,3	-0,3	-0,10	22,6	22,8	-0,2	+0,13	23,6	23,6	0,0	-0,07	22,0	22,0	0,0	-0,07
43,4	43,0	+0,4		41,4	41,0	+0,4		43,8	43,2	+0,6		41,4	41,0	+0,4	
43,4	43,0	+0,4		41,2	41,0	+0,2		43,6	43,2	+0,4		41,6	41,1	+0,5	
43,6	43,0	+0,6	+0,47	41,2	41,0	+0,2	+0,27	43,6	43,1	+0,5	+0,50	41,8	41,1	+0,7	+0,53
2,2	2,0	+0,2		3,0	3,0	0,0		2,0	1,7	+0,3		3,0	2,8	+0,2	
2,2	2,0	+0,2		3,0	2,8	+0,2		2,0	1,8	+0,2		3,0	2,9	+0,1	
2,3	2,2	+0,1	+0,17	3,0	3,0	0,0	+0,07	2,0	1,9	+0,1	+0,20	3,0	3,0	0,0	+0,10
24,0	23,4	+0,6		22,2	22,0	+0,2		23,3	23,0	+0,3		22,9	22,8	+0,1	
24,0	23,2	+0,8		22,2	22,0	+0,2		23,2	23,0	+0,2		22,9	22,8	+0,1	
24,0	23,2	+0,8	+0,73	22,3	22,0	+0,3	+0,23	23,2	23,2	0,0	+0,17	23,0	22,6	+0,4	+0,20
44,0	43,8	+0,2		50,3	50,0	+0,3		43,0	43,0	0,0		42,6	42,6	0,0	
44,0	43,8	+0,2		50,3	50,0	+0,3		43,0	42,8	+0,2		42,5	42,6	-0,1	
44,0	43,6	+0,4		50,2	50,1	+0,1		43,0	42,8	+0,2		42,5	42,6	-0,1	
43,8	43,4	+0,4	+0,33	50,3	50,0	+0,3	+0,23	43,0	43,0	0,0	+0,07	42,6	42,6	0,0	-0,03

Среднее +0<sup>0</sup>,24Среднее +0<sup>0</sup>,19Среднее из двух установок:  $\sigma_A = +0^0,22 = +0',44$

ОПРЕДЕЛЕНИЕ  $\rho$ 

142

Микроскоп А

отсчет в нуль- пункте	Прямой ход				отсчет в нуль- пункте	Обратный ход			
	$a$	$b$	$b-a$	средний		$a$	$b$	$b-a$	средний
0°0'	1 <sup>o</sup> ,0	3 <sup>o</sup> ,0	+2 <sup>o</sup> ,0	+2 <sup>o</sup> ,07	15°1'	1 <sup>o</sup> ,2	4 <sup>o</sup> ,0	+2 <sup>o</sup> ,8	+2 <sup>o</sup> ,07
	1,0	3,0	+2,0			1,6	3,6	+2,0	
	0,8	3,0	+2,2			1,8	3,2	+1,4	
30 5	30,0	29,4	-0,6	-0,33	45 6	23,4	24,0	+0,6	+0,20
	30,0	29,6	-0,4			23,8	23,9	+0,1	
	30,0	30,0	0,0			24,0	23,9	-0,1	
60 10	42,0	42,0	0,0	-0,07	75 11	42,4	41,8	-0,6	-0,20
	42,0	42,0	0,0			42,2	42,4	+0,2	
	42,0	41,8	-0,2			42,6	42,4	-0,2	
90 16	2,8	4,0	+1,2	+1,20	105 17	3,0	5,0	+2,0	+1,87
	3,0	4,2	+1,2			3,0	5,0	+2,0	
	3,0	4,2	+1,2			3,0	4,6	+1,6	
120 21	22,8	24,0	+1,2	+1,07	135 22	22,2	22,2	0,0	-0,03
	23,0	24,0	+1,0			22,1	22,0	-0,1	
	23,0	24,0	+1,0			22,0	22,0	0,0	
150 26	42,0	41,0	-1,0	-1,03	165 27	43,0	42,0	-1,0	-1,13
	42,0	41,0	-1,0			43,0	41,8	-1,2	
	41,9	40,8	-1,1			43,0	41,8	-1,2	

180 32	2 ,0	4 ,0	+2 ,0		195 33	10 ,0	12 ,0	+2 ,0	
	2 ,0	4 ,0	+2 ,0			10 ,0	12 ,0	+2 ,0	
	2 ,0	4 ,2	+2 ,2	+2 ,07		10 ,0	12 ,0	+2 ,0	+2 ,00
210 37	24 ,0	23 ,8	-0 ,2		225 38	23 ,2	23 ,3	+0 ,1	
	24 ,0	23 ,9	-0 ,1			23 ,6	23 ,0	-0 ,6	
	24 ,0	23 ,9	-0 ,1	-0 ,13		23 ,0	23 ,0	0 ,0	-0 ,17
240 42	43 ,8	42 ,0	-1 ,8		255 43	43 ,4	43 ,0	-0 ,4	
	44 ,0	42 ,4	-1 ,6			43 ,2	43 ,2	0 ,0	
	44 ,0	43 ,0	-1 ,0	-1 ,47		42 ,9	43 ,4	+0 ,5	+0 ,03
270 48	2 ,0	3 ,5	+1 ,5		285 49	4 ,0	4 ,8	+0 ,8	
	2 ,0	3 ,6	+1 ,6			4 ,0	5 ,0	+1 ,0	
	2 ,0	3 ,5	+1 ,5	+1 ,53		4 ,0	4 ,9	+0 ,9	+0 ,90
300 53	23 ,0	24 ,0	+1 ,0		315 54	23 ,7	23 ,8	+0 ,1	
	23 ,0	24 ,0	+1 ,0			23 ,8	23 ,9	+0 ,1	
	23 ,0	24 ,0	+1 ,0	+1 ,00		23 ,7	23 ,8	+0 ,1	+0 ,10
330 58	44 ,2	43 ,0	-1 ,2		345 59	42 ,2	40 ,4	-1 ,8	
	44 ,2	43 ,0	-1 ,2			43 ,0	41 ,0	-2 ,0	
	44 ,2	43 ,0	-1 ,2	-1 ,20		43 ,0	41 ,0	-2 ,0	-1 ,93
			Среднее	+0 <sup>o</sup> ,39				Среднее	+0 <sup>o</sup> ,31

Рен микроскопа А:  $r = \varrho - \sigma = +0^{\circ},35 - 0^{\circ},22 = +0,13 = +0^{\circ},26$ .

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕНА ОПТИЧЕСКОГО МИКРОМЕТРА

Реном оптического микрометра называют разность номинальной величины полуделения круга и его величины, определенной при помощи микрометра. Так как пучки лучей от диаметрально противоположных краев лимба достигают микрометра различными оптическими путями, то могут отличаться и величины рена для верхнего и нижнего изображения круга в поле зрения отсчетного микрометра. Это различие более заметно у теодолитов с кругами, разделенными через  $20'$ . Чтобы определить рен оптического микрометра, устанавливают на шкале последнего отсчет, близкий к нулю, и приблизительно совмещают с помощью наводящего винта алидады диаметрально противоположные штрихи  $A$  и  $(A + 180^\circ)$  верхнего и нижнего изображения круга. После этого по барабану оптического микрометра берут отсчеты при трех точных совмещениях штрихов:

- $a$  — при совмещении штрихов  $A$  и  $(A + 180^\circ)$ ,
- $b$  — при совмещении штрихов  $(A - i)$  и  $(A + 180^\circ)$ ,
- $c$  — при совмещении штрихов  $A$  и  $(A + 180^\circ - i)$ , здесь
- $i$  — величина наименьшего деления круга.

Рены верхнего и нижнего изображений, выраженные в секундах, тогда будут соответственно равны

$$r_{\text{в}} = (a - b) \mu + \frac{i}{2};$$

$$r_{\text{н}} = (a - c) \mu + \frac{i}{2}.$$

Здесь  $\mu$  — цена деления шкалы оптического микрометра. Величины  $r = \frac{r_{\text{в}} + r_{\text{н}}}{2}$  и  $\Delta r = r_{\text{в}} - r_{\text{н}}$  не должны превышать  $0''{,}5$  у ОТ-02,  $0''{,}6$  у ОТ-02М и  $1''$  у ТБ-1.

Установка алидады для теодолитов с делениями в  $4'$ ,  $10'$  и  $20'$  и пример определения рена показаны в табл. 1 и 2. Если величина рена превышает указанные допуски, то в результате измерений вводят поправки

$$\Delta r = \frac{2r}{i} c,$$

где  $c$  — отсчет по микрометру.

При значительных величинах  $\Delta r$  должна быть отъюстирована оптическая отсчетная система.

## УСТАНОВКА АЛИДАДЫ ПРИ КРУГЕ, РАЗДЕЛЕННОМ ЧЕРЕЗ 4'

№ п. п.	Прямой код	№ п. п.	Обратный код
	Установка		Установка
1	0°0'	16	22°32'
2	45 6	15	67 38
3	90 12	14	112 44
4	135 18	13	157 50
5	180 24	12	202 56
6	225 30	11	247 2
7	270 36	10	292 8
8	315 42	9	337 14

## УСТАНОВКА АЛИДАДЫ ПРИ КРУГЕ, РАЗДЕЛЕННОМ ЧЕРЕЗ 10'

1	0° 0'	16	22° 30'
2	45 15	15	67 45
3	90 30	14	113 0
4	135 45	13	157 15
5	180 0	12	202 30
6	225 15	11	248 45
7	270 30	10	292 0
8	315 45	9	337 15

## УСТАНОВКА АЛИДАДЫ ПРИ КРУГЕ, РАЗДЕЛЕННОМ ЧЕРЕЗ 20'

1	0° 0'	16	22° 20'
2	45 20	15	67 40
3	90 40	14	113 0
4	135 0	13	157 20
5	180 20	12	202 40
6	225 40	11	248 0
7	270 0	10	292 20
8	315 20	9	337 40



Прямой ход					
отсчет по индексу	a 0'+	b 10'+	c 10'+	a-b+10'	a-c+10'
0° 00'	+0",2	-0",2	-1",9	+0",4	+2",1
	+0,8	-0,2	-1,3	$\frac{+1,0}{+0,70}$	$\frac{+2,1}{+2,10}$
45 20	0,0	0,0	-1,0	0,0	+1,0
	-0,7	-0,2	-1,0	$\frac{-0,5}{-0,25}$	$\frac{+0,3}{+0,65}$
90 40	+0,9	-0,8	-0,2	+1,7	+1,1
	+0,8	-0,9	-0,2	$\frac{+1,7}{+1,70}$	$\frac{+1,0}{+1,05}$
135 00	+1,8	+2,2	+2,6	-0,4	-0,8
	+1,4	+2,4	+2,0	$\frac{-1,0}{-0,70}$	$\frac{-0,6}{-0,70}$
180 20	+0,5	+0,6	+0,7	-0,1	-0,2
	+1,2	+1,1	+1,0	$\frac{+0,1}{0,00}$	$\frac{+0,2}{0,00}$
225 40	+0,2	+1,2	+0,5	-1,0	-0,3
	+0,8	+1,2	+1,0	$\frac{-0,4}{-0,70}$	$\frac{-0,2}{-0,25}$
270 00	-2,0	-2,2	-1,0	+0,2	-1,0
	-2,0	-2,4	-1,9	$\frac{+0,4}{+0,30}$	$\frac{-0,1}{-0,55}$
315 20	-1,0	-1,4	-2,1	+0,4	+1,1
	-1,2	-2,0	-1,9	$\frac{+0,8}{+0,60}$	$\frac{+0,7}{+0,90}$
Среднее				+0,21	+0,40

$$r_B = +0",16 \quad r = +0",32$$

## ОПТИЧЕСКОГО МИКРОМЕТРА

3 марта 1954 г.

Обратный ход					
отсчет по индексу	a 0'+	b 10'+	c 10'+	a-b+10'	a-c+10'
22° 20'	-2",0	-2",2	-3",0	+0",2	+1",0
	-2,0	-2,0	-2,5	$\frac{0,0}{+0,10}$	$\frac{+0,5}{+0,75}$
67 40	+1,6	+1,9	+0,4	-0,3	+1,2
	+1,6	+1,3	+0,6	$\frac{+0,3}{0,00}$	$\frac{+1,0}{+1,10}$
113 00	0,0	+0,3	+0,4	-0,3	-0,4
	0,0	+0,3	+0,2	$\frac{-0,3}{-0,30}$	$\frac{-0,2}{-0,30}$
157 20	-1,0	+0,8	+0,9	-1,8	-1,9
	-0,4	+1,3	+0,6	$\frac{-1,7}{-1,75}$	$\frac{-1,0}{-1,45}$
202 40	+1,4	+0,6	-0,9	+0,8	+2,3
	+0,7	-0,2	-1,0	$\frac{+0,9}{+0,85}$	$\frac{+1,7}{+2,00}$
248 00	0,0	-0,9	-0,2	+0,9	+0,2
	-0,4	-0,4	-1,0	$\frac{0,0}{+0,45}$	$\frac{+0,6}{+0,40}$
292 20	-0,8	-0,5	-1,2	-0,3	+0,4
	-1,0	-1,4	-0,9	$\frac{+0,4}{+0,05}$	$\frac{-0,1}{+0,15}$
337 40	+1,1	-0,2	-0,8	+1,3	+1,9
	+0,9	-0,6	-0,7	$\frac{+1,5}{+1,40}$	$\frac{+1,6}{+1,75}$
Среднее				+0,10	+0,55

$$r_{\text{н}} = +0",48 \quad \Delta r = -0",32$$

10\*

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЧНОСТИ ВЕРНЬЕРА МИКРОСКОПА ПРИ ВЕРТИКАЛЬНОМ КРУГЕ

Точность верньера определяют у инструментов, предназначенных для геодезического нивелирования. Для этого у верньерных микроскопов совмещают нулевой штрих с градусным или полуградусным штрихом круга и делают отсчет  $L$  у другого конца верньера. Такие наблюдения повторяют с обоими микроскопами при установках нулевого штриха на всех градусных и полуградусных делениях в пределах от  $87$  до  $93^\circ$ .

Для каждого отсчета вычисляют

$$K = \frac{T - L}{T},$$

где  $T$  — цена одного деления круга (у АУ-2''/10''  $T = 5'$ ).

Из найденных для данного микроскопа значений  $K$  вычисляют среднее и по нему определяют действительную точность верньерного микроскопа

$$t = \frac{T}{n - K},$$

где  $n$  — число делений у верньера (у АУ-2''/10''  $n = 30$ ).

В среднем по обоим верньерам выводят

$$t_{\text{ср}} = \frac{t_1 + t_2}{2}.$$

При значительном отклонении действительной точности верньера от номинальной  $t_0$  (у АУ-2''/10''  $t_0 = 10''$ ) исправляют установку микроскопов. Несовпадение крайних штрихов верньерной шкалы с интервалами делений вертикального круга не должно превышать  $5'$ .

При необходимости в результат измерений вводят поправку по формуле

$$\Delta v = \frac{t_{\text{ср}} - t_0}{t_0} v,$$

где  $v$  — среднее из отсчетов по верньерам.

У инструментов со шкаловыми микроскопами добиваются такой установки микроскопов, чтобы несовпадение крайних штрихов шкал с интервалами делений было практически незаметным.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕРТВОГО ХОДА И ШИРИНЫ КОНТАКТОВ МИКРОМЕТРА

Определение мертвого хода ( $Mx$ ) заключается в наведении одиночной подвижной нити контактного микрометра на биссекторы двух пар координатных нитей путем вращения маховичков ручного привода сначала на ввинчивание, а затем на вывинчивание винта микрометра, с отсчетами при этом счетного барабана. Такие пары наведенный делаются одна вслед за другой по 10 раз на каждую пару координатных нитей. Разность отсчетов «ввинчивание минус вывинчивание» дает величину мертвого хода в долях оборота микрометрического винта (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕРТВОГО ХОДА МИКРОМЕТРИЧЕСКОГО ВИНТА КОНТАКТНОГО МИКРОМЕТРА

№ п. п.	Ввинчивание	Вывинчивание	$Mx$	Ввинчивание	Вывинчивание	$Mx$
1	9 <sup>д</sup> ,9	10 <sup>д</sup> ,2	-0 <sup>д</sup> ,3	72 <sup>д</sup> ,0	72 <sup>д</sup> ,2	-0 <sup>д</sup> ,2
2	10,0	10,2	,2	72,1	72,3	,2
3	9,8	10,2	,2	72,1	72,4	,3
4	9,7	10,0	,3	72,3	72,4	,1
5	9,7	10,0	,3	72,2	72,4	,2
6	10,0	10,1	,1	72,1	72,3	,2
7	9,8	10,2	,4	72,1	72,4	,3
8	10,0	10,2	,2	72,3	72,5	,
9	10,2	10,2	,0	72,5	72,5	,0
10	10,1	10,2	,1	72,3	72,5	,2
Среднее			-0 <sup>д</sup> ,21	Среднее		-0 <sup>д</sup> ,19

$$Mx_0 = -0^{об}.0020.$$

Определение ширины контакта ( $Шк$ ) производят по следующей методике.

В электрическую цепь последовательно включают источник тока (один сухой элемент), телефонный наушник (с сопротивлением около 600 ом) и контактный микрометр. Вращая микрометрический винт при помощи ручного привода, размыкают электрическую цепь в прямом ходе (на ввинчивание микрометрического винта), а вслед затем в обратном ходе (на вывинчивание микрометрического винта) последовательно всеми контактами, кроме опознавательного. При размыкании тока, замечаемом по щелчку в телефоне, производится отсчет по барабану микрометра.

Полное исследование производят на двух соседних рабочих оборотах микрометрического винта. Разность отсчетов «размыкание

в обратном ходе» минус «размыкание в прямом ходе» дает ширину каждого контакта. За окончательное значение  $Шк$  принимают среднее из  $Шк$  по обоим приемам исследования, которое выражают в долях оборота барабана микрометра.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ШИРИНЫ КОНТАКТОВ МИКРОМЕТРА

№ контакта	Размер в прямом ходе	Размер в обратном ходе	$Шк$	Размер в прямом ходе	Размер в обратном ходе	$Шк$	$Шк_{ср}$
	10-й оборот				11-й оборот		
1	84 <sup>0</sup> ,7	86 <sup>0</sup> ,1	1 <sup>0</sup> ,4	84 <sup>0</sup> ,7	86 <sup>0</sup> ,0	1 <sup>0</sup> ,3	1 <sup>0</sup> ,35
2	4,6	5,9	1,3	4,6	6,0	1,4	,35
3	24,7	26,0	1,3	24,8	26,1	1,3	,30
4	44,8	46,0	1,2	44,7	45,9	1,2	,20
5	64,9	66,1	1,2	64,9	66,1	1,2	,20

Среднее  $1^0,28$

$$Шк_0 = 0^{06},0128.$$



## ИССЛЕДОВАНИЕ ХРОНОМЕТРОВ

Целью исследования является определение суточных ходов хронометров и оценка их качества по среднему квадратическому колебанию суточных ходов.

Все подлежащие исследованию хронометры подготавливают и включают в исследование одновременно. Полное исследование должно состоять из проверки не менее 10 суточных ходов.

В течение исследований ежедневно принимают на рабочий хронометр ритмические сигналы времени одной и той же выбранной радиостанции. До приема и после приема сигналов все хронометры сравнивают между собой при помощи хронометра-тринадцатибойщика. Сравнение каждого из хронометров производится через равные интервалы времени (с точностью до 1 мин) в прямом и обратном порядке чередования. При каждом сравнении хронометра берут по два совпадения.

При исследовании и обработке приняты следующие обозначения;

XIII — тринадцатибойщик; X — рабочий хронометр;  $D$  — один из исследуемых хронометров, помимо рабочего; XIII<sub>1</sub>, XIII<sub>2</sub>, XIII<sub>0</sub>,  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_0$ ,  $X_1$ ,  $X_2$  и  $X_0$  — показания соответствующих хронометров в средние моменты первого и второго сравнений, а также в средний момент передачи ритмических сигналов времени; XIII<sub>4</sub> — показания хронометра XIII в каждый момент совпадения удара исследуемого хронометра;

$\mu$  — коэффициент перевода среднего времени в звездное.

Порядок обработки материалов исследования следующий.

1. Вычисляют разности показаний каждого исследуемого хронометра и хронометра XIII для средних моментов первого и второго сравнения. Перед этим переводят удары хронометра XIII в единицы времени, а показания исследуемых звездных хронометров исправляют поправками  $\Delta T$  за ход среднего хронометра относительно звездного по формулам:

$$\Delta T_{1-i} = \mu (XIII_1 - XIII_i);$$

$$\Delta T_{2-i} = \mu (XIII_2 - XIII_i),$$

где XIII<sub>1</sub> и XIII<sub>2</sub> берут с точностью до 1<sup>м</sup>.

Из значений четырех разностей для одного и того же хронометра берут среднее, которое обозначено:  $(D_1 - XIII_1)$ ;  $(X_1 - XIII_1)$  — для первого сравнения и  $(D_2 - XIII_2)$ ;  $(X_2 - XIII_2)$  — для второго сравнения.

2. Переносят сравнения хронометров на момент  $X_0$ , пользуясь формулами:

$$D_0 - XIII_0 = (D_1 - XIII_1) + d_D;$$

$$X_0 - XIII_0 = (X_1 - XIII_1) + d_x,$$

где

$$d_D = \Delta_D \cdot K; \quad d_x = \Delta_x \cdot K;$$

$$\Delta_D = (D_2 - XIII_2) - (D_1 - XIII_1);$$

$$\Delta_x = (X_2 - XIII_2) - (X_1 - XIII_1);$$

$$K = \frac{X_0 - X_1}{X_2 - X_1};$$

$$X_1 = XIII_1 + (X_1 - XIII_1);$$

$$X_2 = XIII_2 + (X_2 - XIII_2).$$

3. Находят показания каждого хронометра в средний момент передачи ритмических сигналов по формуле

$$D_0 = XIII_0 + (D_0 - XIII_0),$$

где

$$XIII_0 = X_0 - (X_0 - XIII_0).$$

4. Вычисляют суточные ходы хронометров и их средние квадратические колебания  $m$  по формулам:

для средних хронометров

$$\omega = (D_0)_i - (D_0)_{i+1};$$

для звездных хронометров

$$\omega = 3^m 56^s, 56 - [(D_0)_{i+1} - (D_0)_i];$$

$$m = \pm \sqrt{\frac{\sum \delta^2}{n-1}},$$

где  $\delta$  — уклонения суточного хода от его среднего значения,  
а  $n$  — число полученных суточных ходов.

Пример. С 22 февраля по 4 марта 1954 г. исследовалось пять хронометров: 1-го МЧЗ им. Кирова № 477, № 1933, Nardin № 2701<sub>⊙XIII</sub>, Nardin № 3548<sub>★</sub> и Lobner № 3601 (рабочий).

Для исследования принимались ритмические сигналы времени радиостанции RWM12<sup>h</sup> на волне 26,20 м. Ниже приведены сравнения хронометров до и после приема ритмических сигналов и обработка сравнений для 1 марта, а также вывод величин для хронометров № 477<sub>⊙</sub> и № 3548<sub>★</sub>.

Таблица 1

1-е СРАВНЕНИЕ XIII<sub>1</sub> = 14<sup>h</sup>49<sup>m</sup>

1 марта 1954 г.

$t = +19^{\circ},8$

№ хронометра	Хронометр	XIII	Хронометр	XIII	Хронометр—XIII
1933	36 <sup>s</sup> ,13	8 <sup>s</sup> ,31	49 <sup>s</sup> ,95	22 <sup>s</sup> ,15	10 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup> 27 <sup>s</sup> ,82
	1 <sup>h</sup> 22 <sup>m</sup> 35,5	14 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup> 6+5	50,5	18+9	81
	54,58	26,77	31,50	3,69	80
	54,0	24+6	1 <sup>h</sup> 29 <sup>m</sup> 32,0	14 <sup>h</sup> 52 <sup>m</sup> 0+8	81
					27,81
477	14 45 28,5	54,92 45 54+2	58,5	24,92	-0 0 26,42
		12,92		24+2	42
	46,5	46 12+2	14 50 46,5	12,92	42
				51 12+2	42
					26,42
3548	1 20 50,32	1,85	8,78	20,31	10 33 48,47
	50,0	47 0+4	24 9,0	18+5	46
	8,77	20,31	56,30	7,85	47
	8,5	18+5	1 23 56,5	50 6+4	45
					48,46
3601	1 21 59,63	11,54	19,91	31,85	10 33 48,09
	59,5	48 6+12	20,0	30+4	10
	12,10		1,46	13,38	06
	22 12,0	24,0	1 23 1,5	49 12+3	08
					48,08

Прием ритмических сигналов

$X_0 = 1^h35^m57^s,73$



2-е СРАВНЕНИЕ XIII<sub>2</sub> = 15<sup>h</sup>41<sup>m</sup>

№ хроно-метра	Хронометр	XIII	Хронометр	XIII	Хронометр—XIII
1933	35 <sup>s</sup> ,14	3 <sup>s</sup> ,23	55 <sup>s</sup> ,44	23 <sup>s</sup> ,54	10 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup> 31 <sup>s</sup> ,91
	1 <sup>h</sup> 47 <sup>m</sup> 34,5	15 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup> 0+7	56,0	18+12	90
	53,59	21,69	42,98	11,08	90
	53,0	18+8	1 <sup>h</sup> 54 <sup>m</sup> 43,5	15 <sup>h</sup> 17 <sup>m</sup> 6+11	90
					31,90
477	15 11 6,0	11 32,31	16 6,0	16 32,31	-0 0 26 31
		30+5		30+5	31
	24,0	50,31	15 15 48,0	16 14,31	31
		48+5		16 12+5	31
					26,31
3548	2,30	9,69	26,74	34,15	10 33 52,61
	1 46 2,0	12 6+8	27,0	30+9	62
	14,77	22,15	8,29	15,69	59
	14,5	18+9	1 49 8,5	15 12+8	60
					52,60
3601	1 46 54,16	13 1,85	14,44	22,15	10 33 52,31
	54,0	0+4	14,5	18+9	30
	12,61	20,31	1,97	9,69	29
	12,5	18+5	1 48 2,0	14 6+8	28
					52,30

Таблица 2

ОБРАБОТКА СРАВНЕНИЙ ДЛЯ 1 МАРТА

Хроно-метр	1-е сравнение	2-е сравнение	Δ	d	Сравнение в X <sub>0</sub>
VIII	14 <sup>h</sup> 49 <sup>m</sup>	15 <sup>h</sup> 14 <sup>m</sup>			15 <sup>h</sup> 2 <sup>m</sup> 7 <sup>s</sup> ,43
1933	10 37 27,81	10 37 31,90	+4 <sup>s</sup> ,09	+2 <sup>s</sup> ,15	10 37 29,96
477	- 0 0 26,42	- 0 0 26,31	+0,11	+0,06	- 0 0 26,36
3548	10 33 48,46	10 33 52,60	+4,14	+2,17	10 33 50,63
3601	10 33 48,08	10 33 52,30	+4,22	+2,22	10 33 50,30
	X <sub>0</sub> . . . . .	1 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup> 57 <sup>s</sup> ,73		X <sub>0</sub> - X <sub>1</sub> = 13 <sup>m</sup> ,161	
	X <sub>1</sub> . . . . .	1 22 48,08		X <sub>2</sub> - X <sub>1</sub> = 25,070	
	X <sub>2</sub> . . . . .	1 47 52,30		K = 0,525	

## ВЫВОД ВЕЛИЧИН СУТОЧНЫХ ХОДОВ И ИХ КОЛЕБАНИЙ

Nardin, № 3548\*

1-й МЧЗ им. Кирова № 477⊙

Дата	Показание в X <sub>0</sub>	ω	δ	Дата	Показание в X <sub>0</sub>	Разность	ω	δ
Февраль 22	15 <sup>h</sup> 1 <sup>m</sup> 17 <sup>s</sup> ,20	-3 <sup>s</sup> ,75	-0 <sup>s</sup> ,29	Февраль 22	1 <sup>h</sup> 8 <sup>m</sup> 9 <sup>s</sup> ,15	3 <sup>m</sup> 58 <sup>s</sup> ,56	-2 <sup>s</sup> ,00	-0 <sup>s</sup> ,10
23	20,95	-3,60	-0,14	23	12 7,71	58,62	-2,06	-0,16
24	24,55	-3,44	+0,02	24	16 6,33	58,43	-1,87	+0,03
25	27,99	-3,42	+0,04	25	20 4,76	58,34	-1,78	+0,12
26	31,41	-3,20	+0,26	26	24 3,10	58,48	-1,92	-0,02
27	34,61	-3,10	+0,36	27	28 1,58	58,35	-1,79	+0,11
28	37,71	-3,36	+0,10	28	31 59,93	58,13	-1,57	+0,33
Март 1	41,07	-3,55	-0,09	Март 1	35 58,06	58,28	-1,72	+0,18
2	44,62	-3,65	-0,19	2	39 56,34	58,75	-2,19	-0,29
3	48,27	-3,50	-0,04	3	43 55,09	58,70	-2,14	-0,24
4	51,77			4	43 53,79			
	Среднее	-3 <sup>s</sup> ,46			Среднее		-1,90	-0,04
			$\sum \delta^2 = 0,3587$					$\sum \delta^2 = 0,3464$

$$\omega = 3^s,46 \pm 0^s,20 \text{ для } t_{\text{ср}} = +18^\circ$$

$$\omega = 1^s,90 \pm 0^s,20 \text{ для } t_{\text{ср}} = +18^\circ$$

Для остальных хронометров были получены следующие величины суточных ходов и их колебаний.

№ 1933*	+2 <sup>s</sup> ,41 ± 0 <sup>s</sup> ,55
№ 2701 XIII*	+1,44 ± 0,11
№ 3601*	-3,57 ± 0,10

## СРАВНЕНИЕ ХРОНОМЕТРОВ ПРИ ПОМОЩИ ХРОНОСКОПА

Ритмические радиосигналы времени принимают на рабочий хронометр. До и после приема сигналов производят сравнение каждого хронометра с хроноскопом, который с начала и до конца сравнений всех хронометров идет без остановки. Сравнения хронометров производят в моменты, возможно более близкие к среднему моменту приема сигналов и расположенные симметрично по отношению к нему с точностью до  $2^m$ .

В графе 2 табл. 1 приведены показания рабочего хронометра № 1536 в средний момент приема сигналов одной и той же радиостанции в течение 11 дней, а в графе 4 — вычисленные суточные ходы этого хронометра  $\omega$ . В конце таблицы дано среднее квадратическое колебание суточного хода —  $m_\omega$ .

Т а б л и ц а 1

Дата	Показания хронометра	Разности	Суточный ход $\omega$	$\delta$
1	2	3	4	5
1954 г. 10 января	16 <sup>h</sup> 29 <sup>m</sup> 0 <sup>s</sup> ,00	3 <sup>m</sup> 57 <sup>s</sup> ,64	-1 <sup>s</sup> ,08	+0,14
11 »	32 57,64			
12 »	36 55,31	57,67	-1,11	+0,11
13 »	40 52,89	52,58	-1,02	+0,20
14 »	44 50,94	58,05	-1,49	-0,27
15 »	48 49,02	58,08	-1,52	-0,30
16 »	52 47,15	58,13	-1,57	-0,35
17 »	56 45,31	58,16	-1,60	-0,38
18 »	17 0 42,84	57,53	-0,97	-0,25
19 »	4 40,43	57,59	-1,03	-0,19
20 »	8 37,83	57,40	-1,84	+0,36
	$\omega = -1^s,22$	Среднее	-1 <sup>s</sup> ,22	-0 <sup>s</sup> ,05

$$\sum \delta^2 = 0,7297$$

Среднее квадратическое колебание суточного хода  $m_\omega = \pm 0,28$ .

Пример сравнения хронометров приведен в табл. 2. Секунды и доли секунд в графах 2 и 3 получены по показаниям хроноскопа, а часы и минуты — по показаниям хронометра. В графе 4 даны отсчеты  $a$  хроноскопа в средние моменты сравнений до и после приема сигналов.

10 января 1954 г.

№ хронометра	До приема сигналов	После приема сигналов	$\alpha$
1	2	3	4
2418	$16^h 24^m 0^s, 212$ $215$ $113$ <hr/> $0,213$	$16^h 38^m 0^s, 200$ $198$ $198$ <hr/> $0,199$	$0^s, 206$
2687	$16 25 0, 420$ $418$ $419$ <hr/> $0,419$	$16 37 0, 410$ $407$ $410$ <hr/> $0,409$	
1536	$16 23 5, 526$ $530$ $528$ <hr/> $5,528$	$16 34 5, 552$ $550$ $551$ <hr/> $5,551$	$5, 540$

По отсчетам  $\alpha$  хроноскопа (табл. 2, графа 4) для всех дней исследования по каждому хронометру выводят суточные ходы  $\omega$  относительно рабочего хронометра.

Таблица 3

Хронометр № 2687

Дата	Разности отсчетов	Относительный ход $\omega'$	$\omega$	$\delta$
1	2	3	4	5
1954 г.				
10 января	$+5^s, 13$	$+4^s, 28$	$+3^s, 20$	$-0,20$
11 »	$9, 41$	$4, 51$	$3, 40$	$0,00$
12 »	$3, 92$	$4, 34$	$3, 32$	$-0,08$
13 »	$8, 26$	$4, 95$	$3, 46$	$+0,06$
14 »	$3, 21$	$5, 08$	$3, 56$	$+0,16$
15 »	$8, 29$	$5, 11$	$3, 54$	$+0,14$
16 »	$3, 40$	$4, 75$	$3, 15$	$-0,25$
17 »	$8, 15$	$4, 30$	$3, 33$	$-0,07$
18 »	$2, 45$	$4, 42$	$3, 39$	$-0,01$
19 »	$6, 87$	$4, 47$	$3, 63$	$+0,23$
20 »	$1, 34$			
		Среднее	$+3^s, 40$	$-0,02$
				$\sum \delta^2 = 0,2156$

$$\omega = +3^s, 40$$

$$m_{\omega} = \pm 0^s, 15$$

Для получения абсолютного суточного хода нужно к относительному ходу исследуемого хронометра прибавить суточный ход рабочего хронометра.

В табл. 3 приведены суточные ходы исследуемого хронометра № 2687. В графе 2 даны разности отсчетов (табл. 2) хроноскопа, полученных при сравнении рабочего и исследуемого хронометров, при этом из величины  $a$  для рабочего хронометра вычитается значение  $a$  для исследуемого хронометра.

В графе 3 табл. 3 приведены относительные суточные ходы  $\omega'$  хронометра, а в графе 4 — их суточные ходы.

---

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАССТОЯНИЙ БОКОВЫХ ВЕРТИКАЛЬНЫХ НИТЕЙ ОТ СРЕДНЕЙ

Наблюдают в меридиане прохождение северной звезды со склонением, не превышающим  $+80^\circ$ , через все вертикальные нити и записывают моменты прохождения  $T$  по хронометру. Образовав разности  $\Delta T_i$  между моментами прохождения звездой боковых нитей и средней, вычисляют расстояние  $f_i$  по формуле

$$f_i = 15 \Delta T_i \cos \delta.$$

Для вычисления широты, определенной по способу Талькотта на постоянных нитях, достаточно произвести наблюдение 4—5 звезд и за окончательное значение  $f$  принять среднее.

Принято считать первой нитью ту, на которую при положении «окуляр west» звезда в верхней кульминации вступает раньше, чем на прочие нити.

Ниже приводится пример определения  $f$  инструмента «Аэрогео-прибор» АУ-2''/10'' № 3207 по звезде  $d$  Camelopardalis при окуляре W.

п. Касьяновка

20 мая 1954 г.

№ нити	$T$	$\Delta T$	$f$
1	$4^h 49^m 4^s,7$	$38^s,6$	$232",0$
2	$49 23,5$	$19,8$	$119,5$
3	$49 32,6$	$10,7$	$64,6$
4	$49 43,3$	—	—
5	$49 54,2$	$10,9$	$65,8$
6	$50 4,0$	$20,7$	$124,9$
7	$50 23,7$	$40,4$	$243,9$

$$\alpha = 4^h 49^m,5$$

$$\delta = +66^\circ 16',2;$$

$$\cos \delta = 0,4024;$$

$$15 \cos \delta = 6,036$$

ЦЕНТРИРОВОЧНЫЙ ЛИСТ № 148

Триангуляция 2 класса. Ряд/сеть *Камская сеть*.

Трапеция 0-40-90

Пункт *Подгорный*, сигн. 2 кл. 21 августа 1961 г.

Контрольный угол *Сосновка — Подгорный — Быково*

на чертеже  $117^{\circ} 30'$ ;  $116^{\circ} 00'$

из наблюдений  $116^{\circ} 33'$

Элементы центрировки:

$l = 0,068$  м

$\hat{\epsilon} = 154^{\circ} 30'$  на п. *Быково*

$\theta = 272$  00 на п. *Сосновка*

Начальное направление на п. *Быково*

Элементы редукции:

$l_1 = 0,094$  м

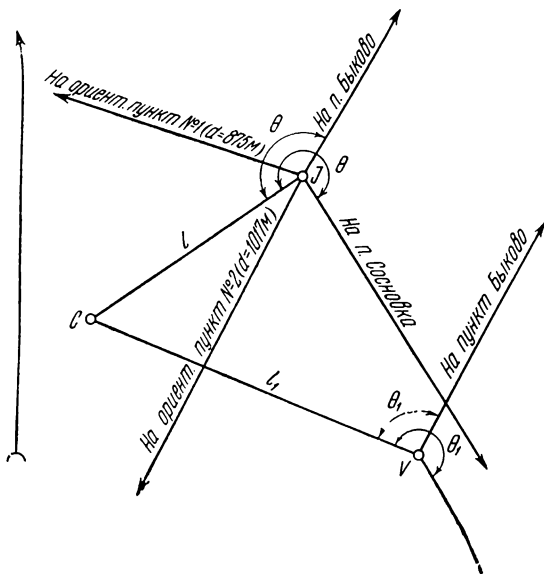
$\theta_1 = 96^{\circ} 30'$  на п. *Быково*

$\theta_1 = 212$  30 на п. *Сосновка*

Начальное направление на п. *Быково*

Направление на ориентирные пункты

	На чертеже	Из наблюдений
<i>Быково</i>	$0^{\circ} 00'$	$0^{\circ} 00'$
<i>Сосновка</i>	$117$ 30	$116$ 33
Ориентирный пункт № 2	$177$ 30	$178$ 00
» » № 1	$257$ 30	$258$ 30



Определение произвел *инж. Соколов*

Обозначение проекций:

*C* — центра пункта

*I* — оси инструмента

*H* — » гелиотропа (фонаря)

*V* — » визирной цели

Проверил *инж. Никитин*

**Примечание.** Углы  $\theta$  и  $\theta_1$  строят при проекции оси инструмента и оси визирной цели и отсчитывают по ходу часовой стрелки от направления на проекцию центра до направления на пункт.

---



**УКАЗАНИЯ О ВВЕДЕНИИ ПОПРАВОК В НАПРАВЛЕНИЯ  
ЗА НАКЛОН ВЕРТИКАЛЬНОЙ ОСИ ВРАЩЕНИЯ ИНСТРУМЕНТА  
ПРИ НАБЛЮДЕНИЯХ ТРИАНГУЛЯЦИИ**

1. Перед началом наблюдений горизонтальных углов или направлений измеряют зенитные расстояния всех направлений и определяют, для каких из них должны вводиться поправки за наклон оси (см. § 82).

2. Поправки за наклон оси вычисляют по формуле

$$\Delta'' = b \operatorname{ctg} z \frac{\tau''}{2},$$

где  $b$  — наклон горизонтальной оси в полуделениях уровня;

$\frac{\tau''}{2}$  — цена полуделения уровня;

$z$  — зенитное расстояние направления.

3. В зависимости от типа инструмента применяют следующий порядок определения наклона оси  $b$ .

а. При наблюдениях оптическим теодолитом влияние наклона вертикальной оси учитывается при помощи уровня при алидаде. Так как этот уровень не имеет подписи делений, то приписывают, что нуль уровня расположен в середине. Отсчеты по концам пузырька берут по направлению от середины ампулы в обе стороны, считая от ближайших к середине длинных штрихов.

Наклон оси для данного направления в приеме выводится одинаковый как в первом, так и во втором полуприемах. Для его определения производят отсчеты уровня при двух положениях алидады. Отсчетам по левому концу пузырька всегда придается знак плюс (стоя лицом к наблюдаемому предмету), а отсчетам по правому концу пузырька — знак минус.

Наклон  $b$  вычисляют по формуле

$$b = \frac{(\mathbb{L}_1 + \Pi_1) + (\mathbb{L}_2 + \Pi_2)}{2}$$

или

$$b = \frac{(\mathbb{L}_1 + \Pi_2) + (\mathbb{L}_2 + \Pi_1)}{2},$$

где  $\mathbb{L}_1$  и  $\Pi_1$  — отсчеты уровня по левому и правому концам пузырька уровня в первом полуприеме, а  $\mathbb{L}_2$  и  $\Pi_2$  — во втором. Если записи отсчетов уровня в полуприемах производить одну под другой, то по второй формуле наклон оси в полуделениях равен среднему из двух алгебраических сумм отсчетов уровня, лежащих крест-накрест.

Для контроля постоянства нуля пункта уровня вычисляют его значение по формуле

$$x = \frac{(Л_1 - Л_2) + (\Pi_1 - \Pi_2)}{2},$$

причем для вычисления  $x$  отсчету по левому концу пузырька приписывают также знак плюс и по правому знак минус..

б. При выполнении наблюдений инструментом ТГ-2''/6'' определение поправок за наклон производят при помощи накладного уровня. Так как наблюдения данным инструментом проводят при одном положении микрометра в приеме, без перевода трубы через зенит, то отсчеты по уровню берут при одном его положении на горизонтальной оси в обоих полуприемах.

Накладные уровни обычно имеют подписи делений с нулем на краю трубки. При наблюдениях всегда берут сначала отсчет по левому концу пузырька, затем по правому, стоя лицом к наблюдаемому предмету.

Для вывода наклона горизонтальной оси определяют отдельно нульпункт уровня до начала наблюдений, в процессе наблюдений и по завершении их, производя отсчеты его в двух положениях: нуль делений слева и нуль делений справа. Между отсчетами делается перекладка уровня на горизонтальной оси на  $180^\circ$ . Для вычисления нульпункта пользуются формулой

$$M = \frac{(Л_1 + \Pi_1) + (Л_2 + \Pi_2)}{2}$$

или

$$M = \frac{(Л_1 + Л_2) + (\Pi_1 + \Pi_2)}{2},$$

где  $Л_1$  и  $\Pi_1$  — отсчеты в первом, а  $Л_2$  и  $\Pi_2$  — во втором положениях уровня.

При вычислении поправок за наклон в группе приемов, произведенных между двумя определениями нуля пункта, берут среднее из двух смежных значений нуля пункта

$$M_{cp} = \frac{M_1 + M_2}{2}.$$

Наклон оси  $b$  вычисляют по одной из следующих двух формул:

$$b = M_{cp} - (Л + \Pi),$$

если отсчеты  $Л$  и  $\Pi$  произведены при положении уровня нуль делений слева от направления инструмент — наблюдаемый пункт, и

$$b = (Л + \Pi) - M_{cp},$$

если отсчеты сделаны при положении уровня нуль делений справа.

4. Поправки  $\Delta$  вычисляют по таблице, составленной для данного значения  $\frac{\tau}{z}$  по величинам  $b$  и  $z$  (табл. 5). Поправки вводят в направление непосредственно в журнале.

ПРИМЕР ЗАПИСИ ОТСЧЕТОВ УРОВНЯ И ВВЕДЕНИЯ ПОПРАВОК Δ  
ПРИ НАБЛЮДЕНИИ ОПТИЧЕСКИМ ТЕОДОЛИТОМ ПО СПОСОБУ  
КРУГОВЫХ ПРИЕМОМ

$$\left(\frac{\tau}{2} = 3'',5\right)$$

Зенитное расстояние	Номера направлений. Отсчет уровня	Полуприем	Отсчет по лимбу o'	Отсчет по микрометру		$\frac{a+b}{2}$	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{I+II}{2}$	Значение направле- ний o',''
				A { a b	B { a b				
$z_1 = 95^\circ 50'$	1	I	24 08	29,4	29,6	59,0			
(1)	4,2—5,0								
(6)	3,7—5,5	II	204 08	33,4	33,3	6,7		2,8	0 00 00,0
	$b = -1,3$ $x = +0,5$							+0,5	
$z_2 = 87^\circ 20'$	* 2	I	78 26	26,6	26,8	53,4			
(2)	4,8—4,4								
(5)	3,7—5,5	II	258 26	29,5	29,3	58,8		56,1	54 17 53,3
	$b = -0,7$ $x = +1,1$							-0,1	-0,6
$z_3 = 89^\circ 00'$	3	I	203 38	57,1	57,0	54,1			
		II	23 38	59,3	59,0	58,3		56,2	179 30 53,4
								—	-0,5
	1	I	24 08	30,7	30,5	1,2			
(3)	4,2—5,1								
(4)	3,8—5,4	II	204 08	32,7	32,9	5,6		3,4	
	$b = -1,2$ $x = +0,4$							+0,5	

Примечание. Цифры в скобках указывают на очередность записи отсчетов уровня.

ПРИМЕР ЗАПИСИ ОТСЧЕТОВ УРОВНЯ И ВВЕДЕНИЯ ПОПРАВОК  $\Delta$  ПРИ НАБЛЮДЕНИИ ОПТИЧЕСКИМ ТЕОДОЛИТОМ  
ПО СПОСОБУ ВО ВСЕХ КОМБИНАЦИЯХ

$$\left(\frac{\tau}{2} = 3'',5\right)$$

Зенитное расстояние	Угол. Прием	Круг	Номера направлений. Отсчет уровня	Отсчеты		Значение в полуприеме		Среднее значение угла ° ' "	
				по штрихам лимба ° ' "	по шкале микрометра	направлений ' "	угла ' "		
$z_1 = 95^\circ 10'$		<i>Л</i>	1	0 00	12,0				
		(1)	3,5—5,0						
		(4)	4,0—4,5			12,1	0 24,1		
			$b = -1,0$ $x = -0,5$				$\Delta_1 = +0,3$		
			2	54 18	14,5			18 04,7	
			(2)	3,7—4,8				-0,6	
			(3)	3,5—5,0			14,3	18 28,8	
				$b = -1,3$ $x = +0,2$				$\Delta_2 = -0,3$	
			1	<i>П</i>	2	234 18	17,0		54 18 05,4
					1	180 00	17,0	18 34,0	-0,6
					13,9	18 06,2			
					13,9	00 27,8	-0,6		

165 Примечание. Цифры в скобках указывают на очередность записи отсчетов уровня при исполнении приема.  
z — записывают на титульном листе журнала, в таблице горизонтальных направлений.

ПРИМЕР ВЫЧИСЛЕНИЯ ПОПРАВОК ЗА НАКЛОН ОСИ ИНСТРУМЕНТА ТТ-2"/6"  
№ 9000

## Нивелировка оси инструмента

№ нивел.	Положе- ние уровня	Отсчеты		Длина пузырька	Л + П	М	M <sub>ср</sub>
		Л	П				
I	1	10,7	20,7	10,0	31,4	34,7	35,0
	2	24,0	14,0	10,0	38,0		
II	1	15,6	25,7	10,1	41,3	35,2	
	2	19,6	9,5	10,1	29,1		

Таблица 4

ПРИМЕР ЗАПИСИ ОТСЧЕТОВ ПО УРОВНЮ И ВВЕДЕНИЯ ПОПРАВОК Δ ПРИ  
НАБЛЮДЕНИИ ИНСТРУМЕНТОМ ТТ-2"/6" ПО СПОСОБУ ВО ВСЕХ КОМБИНАЦИЯХ

$$\left( M_{ср} = 35,0; \frac{\tau}{2} = 1",25 \right)$$

№ направ., визирная цель	Отсчеты по микрометру		Отсчеты по микроскопам и уровню		A Сред- B нес } $\frac{a+b}{2}$	Поправ- ки: микр. главн. трубы, повер., наклон	Значения в полуприеме	
	главн. трубы	повер. трубы	градусы, ми- нуты. Отсчеты уровня	a } A b } B			направ- ляющая	угла

Микрометр «Право», угол 2—4, прием III. Среднее значение угла 109°11'12",6

2 гелиотроп z = 87°00'	2,0	1,7	118°30'	43 <sup>0</sup> ,8	47,8	—	47,6
	2,6	1,3		44,0	—	-2",1	
	1,8	2,1		43,4	47,0	+2,2	
			11,5 21,5 b = +2,0	43,6	47,4	+0,1	
4 гелиотроп z = 87°50'	2,1	1,7	227 41	51,2	52,0	+0,2	12,9
	98,6	1,5		50,8	—	+2,0	
	98,1	1,3		0,8	61,3	+2,0	
	97,4	1,7	42	0,5	56,6	-0,1	
4	98,0	1,5	13,1 23,1 b = -1,2	53,1	55,8	+3,9	60,5
			227 41			—	
	1,5	2,1		52,7	—	-2,0	
	1,8	1,4		2,8	65,8	+2,3	
2	2,8	1,8	42	3,0	60,8	-0,1	12,4
			13,0 23,1 b = -1,1			+0,2	
	2,0	1,8	118,30	42,4	45,1	—	
	99,6	2,0		42,7	—	+1,4	
2	98,0	1,8		42,0	44,1	+2,5	48,6
	98,3	2,0		42,1	44,6	+0,1	
			11,6 21,6 b = +1,8			+4,0	
	98,6	1,9					

Таблица поправок  $\Delta i = b \frac{\tau}{2} \operatorname{ctg} z$  для  $\frac{\tau}{2} = 1''$ 

$b$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$b$
$+z$										$z-$
80°00'	0,18	0,35	0,53	0,71	0,88	1,06	1,23	1,41	1,59	100°00'
10	17	35	52	70	87	04	21	39	56	50
20	17	34	51	68	85	02	19	36	53	40
30	17	33	50	67	84	00	17	34	51	30
40	16	33	50	66	82	0,99	15	31	48	20
50	16	32	48	65	81	97	13	29	45	10
81°00'	0,16	0,32	0,48	0,63	0,79	0,95	1,11	1,27	1,43	99°00'
10	16	31	47	62	78	93	09	24	40	50
20	15	30	46	61	76	91	07	22	37	40
30	15	30	45	60	75	90	05	20	35	30
40	15	29	44	59	73	87	03	17	32	20
50	14	29	43	57	72	86	00	15	29	10
82°00'	0,14	0,28	0,42	0,56	0,70	0,84	0,98	1,12	1,26	98°00'
10	14	28	41	55	69	83	96	10	24	50
20	13	27	40	53	67	81	94	08	21	40
30	13	26	39	53	66	79	92	05	18	30
40	13	26	39	51	64	77	90	03	16	20
50	13	25	38	50	63	75	88	01	13	10
83°00'	0,12	0,25	0,37	0,49	0,61	0,74	0,86	0,98	1,11	97°00'
10	12	24	36	48	60	72	84	96	08	50
20	12	23	35	48	58	70	82	94	05	40
30	11	23	34	46	57	68	80	91	03	30
40	11	22	33	44	55	66	78	89	00	20
50	11	22	32	43	54	65	76	86	0,97	10
84°00'	0,11	0,21	0,32	0,42	0,53	0,63	0,74	0,84	0,94	96°00'
10	10	20	31	41	51	61	72	82	92	50
20	10	20	30	40	50	60	69	79	89	40
30	10	19	29	39	48	58	67	77	87	30
40	09	19	28	37	47	56	65	75	84	20
50	09	18	27	36	45	54	63	72	81	10
85°00'	0,09	0,17	0,26	0,35	0,44	0,52	0,61	0,70	0,79	95°00'
10	08	17	25	34	42	51	59	68	76	50
20	08	16	24	33	41	49	57	65	73	40
30	08	16	24	31	39	47	55	63	71	30
40	08	15	23	30	38	45	53	61	68	20
50	07	15	22	29	36	44	51	58	66	10
$+z$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$z-$
$b$										$b$

$\begin{array}{c} b \\ +z \end{array}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$\begin{array}{c} b \\ z- \end{array}$
86°00'	0,07	0,14	0,21	0,28	0,35	0,42	0,49	0,56	0,63	94°00'
10	07	13	20	27	34	40	47	54	60	50
20	06	13	19	26	32	38	45	51	58	40
30	06	12	18	24	31	37	43	49	55	30
40	06	12	17	23	29	35	41	47	52	20
50	06	11	17	22	28	33	39	44	50	10
87°00'	0,05	0,10	0,16	0,21	0,26	0,31	0,37	0,42	0,47	93°00'
10	05	10	15	20	25	30	35	40	45	50
20	05	09	14	19	23	28	33	37	42	40
30	04	09	13	17	22	26	31	35	39	30
40	04	08	12	16	20	24	29	33	37	20
50	04	08	11	15	19	23	26	30	34	10
88°00'	0,03	0,07	0,10	0,14	0,17	0,21	0,24	0,28	0,31	92°00'
10	03	06	10	13	16	19	22	26	29	50
20	03	06	09	12	15	17	20	23	26	40
30	03	05	08	10	13	16	18	21	24	30
40	02	05	07	09	12	14	16	19	21	20
50	02	04	06	08	10	12	14	16	18	10
89°00'	0,02	0,03	0,05	0,07	0,09	0,10	0,12	0,14	0,16	91°00'
$\begin{array}{c} +z \\ b \end{array}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$\begin{array}{c} z- \\ b \end{array}$

### УКАЗАНИЯ ПО ВИДОИЗМЕНЕННОМУ СПОСОБУ ИЗМЕРЕНИЯ УГЛОВ В КОМБИНАЦИЯХ

Измерения выполняют по следующей программе: измеряют все углы, образованные каждой парой смежных направлений, и все углы, являющиеся суммой двух смежных углов. Число всех измеряемых углов равно  $2n$ , где  $n$  — число направлений на станции.

Измерения отдельных углов в сетях 2 класса производят пятью или шестью приемами в зависимости от того, с каким весом хотят получить измерения. При пяти приемах вес уравниваемого на станции угла между смежными направлениями равен 12, а при шести  $\sim 14$  (вес уравниваемого направления соответственно 24 и 28).

Положение лимба, в зависимости от числа наблюдаемых направлений и числа приемов, показано в табл. 1.

При измерении углов руководствуются указаниями настоящей инструкции для измерения углов во всех комбинациях.

В таблицах минуты, кратные 5, даны для теодолитов ОТ-02М и ТТ-2''/6'', кратные 4 — для ОТ-02.

Т а б л и ц а 1

ТАБЛИЦА УСТАНОВОК ЛИМБА ПРИ НАБЛЮДЕНИИ ВИДОИЗМЕНЕННЫМ  
СПОСОБОМ ИЗМЕРЕНИЯ УГЛОВ В КОМБИНАЦИЯХ НА ПУНКТАХ СЕТЕЙ  
ТРИАНГУЛЯЦИИ 2 КЛАССА  
для инструментов с поверительной трубой

$n = 6$

Углы	Приемы				
	I	II	III	IV	V
1.2	0° 0' 0	36° 4' 5	72° 8' 10	108° 12' 15	144° 16' 20
1.3	18 4 5	54 8 10	90 12 15	126 16 20	162 20 25
2.3	9 8 10	45 12 15	81 16 20	117 20 25	153 24 30
2.4	18 4 5	54 8 10	90 12 15	126 16 20	162 20 25
3.4	27 12 15	63 16 20	99 20 25	135 24 30	171 28 35
3.5	0 0 0	36 4 5	72 8 10	108 12 15	144 16 20



Углы	Приемы				
	I	II	III	IV	V
4.5	9 8 10	45 12 15	81 16 20	117 20 25	153 24 30
4.6	0 0 0	36 4 5	72 8 10	108 12 15	144 16 20
5.6	18 4 5	54 8 10	90 12 15	126 16 20	162 20 25
5.1	27 12 15	63 16 20	99 20 25	135 24 30	171 28 35
6.1	9 8 10	45 12 15	81 16 20	117 20 25	153 24 30
6.2	27 12 15	63 16 20	99 20 25	135 24 30	171 28 35

$n = 7$

1.2	0° 0' 0	36° 4' 5	72° 8' 10	108° 12' 15	144° 16' 20
1.3	22 12 15	58 16 20	94 20 25	130 24 30	166 28 35
2.3	7 4 5	43 8 10	79 12 15	115 16 20	151 20 25
2.4	14 8 10	50 12 15	86 16 20	122 20 25	158 24 30
3.4	0 0 0	36 4 5	72 8 10	108 12 15	144 16 20
3.5	14 8 10	50 12 15	86 16 20	122 20 25	158 24 30
4.5	7 4 5	43 8 10	79 12 15	115 16 20	151 20 25
4.6	22 12 15	58 16 20	94 20 25	130 24 30	166 28 35
5.6	0 0 0	36 4 5	72 8 10	108 12 15	144 16 20
5.7	22 12 15	58 16 20	94 20 25	130 24 30	166 28 35
6.7	7 4 5	43 8 10	79 12 15	115 16 20	151 20 25
6.1	29 16 20	65 20 25	101 24 30	137 28 35	173 32 40

Углы	Приемы				
	I	II	III	IV	V
7.1	14 8 10	50 12 15	86 16 20	122 20 25	158 24 30
7.2	29 16 20	65 20 25	101 24 30	137 28 35	173 32 40

n = 8

1.2	0° 0' 0	36° 4' 5	72° 8' 10	108° 12' 15	144° 16' 20
1.3	18 8 10	54 12 15	90 16 20	126 20 25	162 24 30
2.3	9 4 5	45 8 10	81 12 15	117 16 20	153 20 25
2.4	18 8 10	54 12 15	90 16 20	126 20 25	162 24 30
3.4	0 0 0	36 4 5	72 8 10	108 12 15	144 16 20
3.5	27 12 15	63 16 20	99 20 25	135 24 30	171 28 35
4.5	9 4 5	45 8 10	81 12 15	117 16 20	153 20 25
4.6	27 12 15	63 16 20	99 20 25	135 24 30	171 28 35
5.6	0 0 0	36 4 5	72 8 10	108 12 15	144 16 20
5.7	18 8 10	54 12 15	90 16 20	126 20 25	162 24 30
6.7	9 4 5	45 8 10	81 12 15	117 16 20	153 20 25
6.8	18 8 10	54 12 15	90 16 20	126 20 25	162 24 30
7.8	0 0 0	36 4 5	72 8 10	108 12 15	144 16 20
7.1	27 12 15	63 16 20	99 20 25	135 24 30	171 28 35
8.1	9 4 5	45 8 10	81 12 15	117 16 20	153 20 25
8.2	27 12 15	63 16 20	99 20 25	135 24 30	171 28 35

Углы	Приемы				
	I	II	III	IV	V
	$n = 9$				
1.2	0° 0' 0	36° 4' 5	72° 8' 10	108° 12' 15	144° 16' 20
1.3	29 16 20	65 20 25	101 24 30	137 28 35	173 32 40
2.3	7 4 5	43 8 10	79 12 15	115 16 20	151 20 25
2.4	14 8 10	50 12 15	86 16 20	122 20 25	158 24 30
3.4	0 0 0	36 4 5	72 8 10	108 12 15	144 16 20
3.5	14 8 10	50 12 15	86 16 20	122 20 25	158 24 30
4.5	7 4 5	43 8 10	79 12 15	115 16 20	151 20 25
4.6	22 12 15	58 16 20	94 20 25	130 24 30	166 28 35
5.6	0 0 0	36 4 5	72 8 10	108 12 15	144 16 20
5.7	22 12 15	58 16 20	94 20 25	130 24 30	166 28 35
6.7	7 4 5	43 8 10	79 12 15	115 16 20	151 20 25
6.8	14 8 10	50 12 15	86 16 20	122 20 25	158 24 30
7.8	0 0 0	36 4 5	72 8 10	108 12 15	144 16 20
7.9	29 16 20	65 20 25	101 24 30	137 28 35	173 32 40
8.9	7 4 5	43 8 10	79 12 15	115 16 20	151 20 25
8.1	22 12 15	58 16 20	94 20 25	130 24 30	166 28 35
9.1	14 8 10	50 12 15	86 16 20	122 20 25	158 24 30
9.2	22 12 15	58 16 20	94 20 25	130 24 30	166 28 35

Продолжение табл. I

Для инструментов без поверительной трубы

$n = 6$

Углы	Приемы					
	I	II	III	IV	V	VI
1.2	0° 0' 0	30° 4' 5	60° 8' 10	90° 12' 15	120° 16' 20	150° 20' 25
1.3	15 8 10	45 12 15	75 16 20	105 20 25	135 24 30	165 28 35
2.3	7 4 5	37 8 10	67 12 15	97 16 20	127 20 25	157 24 30
2.4	15 8 10	45 12 15	75 16 20	105 20 25	135 24 30	165 28 35
3.4	22 12 15	52 16 20	82 20 25	112 24 30	142 28 35	172 32 40
3.5	0 0 0	30 4 5	60 8 10	90 12 15	120 16 20	150 20 25
4.5	7 4 5	37 8 10	67 12 15	97 16 20	127 20 25	157 24 30
4.6	0 0 0	30 4 5	60 8 10	90 12 15	120 16 20	150 20 25
5.6	15 8 10	45 12 15	75 16 20	105 20 25	135 24 30	165 28 35
5.1	22 12 15	52 16 20	82 20 25	112 24 30	142 28 35	172 32 40
6.1	7 4 5	37 8 10	67 12 15	97 16 20	127 20 25	157 24 30
6.2	22 12 15	52 16 20	82 20 25	112 24 30	142 28 35	172 32 40

$n = 7$

1.2	0° 0' 0	30° 4' 5	60° 8' 10	90° 12' 15	120° 16' 20	150° 20' 25
1.3	18 12 15	48 16 20	78 20 25	108 24 30	138 28 35	168 32 40
2.3	6 4 5	36 8 10	66 12 15	96 16 20	126 20 25	156 24 30
2.4	12 8 10	42 12 15	72 16 20	102 20 25	132 24 30	162 28 35
3.4	0 0 0	30 4 5	60 8 10	90 12 15	120 16 20	150 20 25
3.5	12 8 10	42 12 15	72 16 20	102 20 25	132 24 30	162 28 35
4.5	6 4 5	36 8 10	66 12 15	96 16 20	126 20 25	156 24 30
4.6	18 12 15	48 16 20	78 20 25	108 24 30	138 28 35	168 32 40

Углы	Приемы					
	I	II	III	IV	V	VI
5.6	0 0 0	30 4 5	60 8 10	90 12 15	120 16 20	150 20 25
5.7	18 12 15	48 16 20	78 20 25	108 24 30	138 28 35	168 32 40
6.7	6 4 5	36 8 10	66 12 15	96 16 20	126 20 25	156 24 30
6.1	24 16 20	54 20 25	84 24 30	114 28 35	144 32 40	174 36 45
7.1	12 8 10	42 12 15	72 16 20	102 20 25	132 24 30	162 28 35
7.2	24 16 20	54 20 25	84 24 30	114 28 35	144 32 40	174 36 45
$n = 8$						
1.2	0° 0' 0	30° 4' 5	60° 8' 10	90° 12' 15	120° 16' 20	150° 20' 25
1.3	15 8 10	45 12 15	75 16 20	105 20 25	135 24 30	165 28 35
2.3	7 28 35	37 32 40	67 36 45	97 40 50	127 44 55	157 48 0
2.4	15 8 10	45 12 15	75 16 20	105 20 25	135 24 30	165 30 35
3.4	0 0 0	30 4 5	60 8 10	90 12 15	120 16 20	150 20 25
3.5	22 32 40	52 36 45	82 40 50	112 44 55	142 48 0	172 52 5
4.5	7 28 35	37 32 40	67 36 45	97 40 50	127 44 55	157 48 0
4.6	22 32 40	52 36 45	82 40 50	112 44 55	142 48 0	172 52 5
5.6	0 0 0	30 4 5	60 8 10	90 12 15	120 16 20	150 20 25
5.7	15 8 10	45 12 15	75 16 20	105 20 25	135 24 30	165 28 35
6.7	7 28 35	37 32 40	67 36 45	97 40 50	127 44 55	157 48 0
6.8	15 8 10	45 12 15	75 16 20	105 20 25	135 24 30	165 28 35
7.8	0 0 0	30 4 5	60 8 10	90 12 15	120 16 20	150 20 25
7.1	22 32 40	52 36 45	82 40 50	112 44 55	142 48 0	172 52 5
8.1	7 28 35	37 32 40	67 36 45	97 40 50	127 44 55	157 48 0
8.2	22 32 40	52 36 45	82 40 50	112 44 55	142 48 0	172 52 5

Углы	Приемы					
	I	II	III	IV	V	VI
$n = 9$						
1.2	0° 0' 0	30° 4' 5	60° 8' 10	90° 12' 15	120° 16' 20	150° 20' 25
1.3	24 16 20	54 20 25	84 24 30	114 28 35	144 32 40	174 36 45
2.3	6 4 5	36 8 10	66 12 15	96 16 20	126 20 25	156 24 30
2.4	12 8 10	42 12 15	72 16 20	102 20 25	132 24 30	162 28 35
3.4	0 0 0	30 4 5	60 8 10	90 12 15	120 16 20	150 20 25
3.5	12 8 10	42 12 15	72 16 20	102 20 25	132 24 30	162 28 35
4.5	6 4 5	36 8 10	66 12 15	96 16 20	126 20 25	156 24 30
4.6	18 12 15	48 16 20	78 20 25	108 24 30	138 28 35	168 32 40
5.6	0 0 0	30 4 5	60 8 10	90 12 15	120 16 20	150 20 25
5.7	18 12 15	48 16 20	78 20 25	108 24 30	138 28 35	168 32 40
6.7	6 4 5	36 8 10	66 12 15	96 16 20	126 20 25	156 24 30
6.8	12 8 10	42 12 15	72 16 20	102 20 25	132 24 30	162 28 35
7.8	0 0 0	30 4 5	60 8 10	90 12 15	120 16 20	150 20 25
7.9	24 16 20	54 20 25	84 24 30	114 28 35	144 32 40	174 36 45
8.9	6 4 5	36 8 10	66 12 15	96 16 20	126 20 25	156 24 30
8.1	18 12 15	48 16 20	78 20 25	108 24 30	138 28 35	168 32 40
9.1	12 8 10	42 12 15	72 16 20	102 20 25	132 24 30	162 28 35
9.2	18 12 15	48 16 20	78 20 25	108 24 30	138 28 35	168 32 40

Примечание. Переход к рабочим установкам лимба должен выполняться аналогично указанному для работы на пунктах рядов триангуляции I класса.

## УРАВНИВАНИЕ УГЛОВ НА СТАНЦИИ

Формулы для вычисления поправок к измеренным углам

$$n = 6$$

$$v_{1.2} = -0,208 (w_{1.3} + w_{6.2}) + 0,167 (w_{2.4} + w_{5.1}) + \\ + 0,042 (w_{3.5} + w_{4.6}) - \frac{1}{6} w$$

$$v_{2.3} = -0,208 (w_{2.4} + w_{1.3}) + 0,167 (w_{3.5} + w_{6.2}) + \\ + 0,042 (w_{4.6} + w_{5.1}) - \frac{1}{6} w$$

$$v_{3.4} = -0,208 (w_{3.5} + w_{2.4}) + 0,167 (w_{4.6} + w_{1.3}) + \\ + 0,042 (w_{5.1} + w_{6.2}) - \frac{1}{6} w$$

$$v_{4.5} = -0,208 (w_{4.6} + w_{3.5}) + 0,167 (w_{5.1} + w_{2.4}) + \\ + 0,042 (w_{6.2} + w_{1.3}) - \frac{1}{6} w$$

$$v_{5.6} = -0,208 (w_{5.1} + w_{4.6}) + 0,167 (w_{6.2} + w_{3.5}) + \\ + 0,042 (w_{1.3} + w_{2.4}) - \frac{1}{6} w$$

$$v_{6.1} = -0,208 (w_{6.2} + w_{5.1}) + 0,167 (w_{1.3} + w_{4.6}) + \\ + 0,042 (w_{2.4} + w_{3.5}) - \frac{1}{6} w.$$

$$n = 7$$

$$v_{1.2} = -0,220 (w_{1.3} + w_{7.2}) + 0,165 (w_{2.4} + w_{6.1}) + 0,011 (w_{3.5} + w_{5.7}) + \\ + 0,088 w_{4.6} - \frac{1}{7} w$$

$$v_{2.3} = -0,220 (w_{2.4} + w_{1.3}) + 0,165 (w_{3.5} + w_{7.2}) + 0,011 (w_{4.6} + w_{6.1}) + \\ + 0,088 w_{5.7} - \frac{1}{7} w$$

. . . . .

$$v_{7.1} = -0,220 (w_{7.2} + w_{6.1}) + 0,165 (w_{1.3} + w_{5.7}) + 0,011 (w_{2.4} + w_{4.6}) + \\ + 0,088 w_{3.5} - \frac{1}{7} w.$$

$$n = 8$$

$$v_{1.2} = -0,226 (w_{1.3} + w_{8.2}) + 0,155 (w_{2.4} + w_{7.1}) + 0,012 (w_{3.5} + w_{6.8}) + \\ + 0,060 (w_{4.6} + w_{5.7}) - \frac{1}{8} w$$

$$v_{2.3} = -0,226 (w_{2.4} + w_{1.3}) + 0,155 (w_{3.5} + w_{8.2}) + 0,012 (w_{1.6} + w_{7.1}) + \\ + 0,060 (w_{5.7} + w_{6.8}) - \frac{1}{8} w$$

$$v_{8.1} = -0,226 (w_{8.2} + w_{7.1}) + 0,155 (w_{1.3} + w_{6.8}) + 0,012 (w_{2.4} + w_{5.7}) + \\ + 0,060 (w_{3.5} + w_{4.6}) - \frac{1}{8} w.$$

$$n = 9$$

$$w_{1.2} = -0,232 (w_{1.3} + w_{9.2}) + 0,150 (w_{2.4} + w_{8.1}) + 0,003 (w_{3.5} + \\ + w_{7.9}) + 0,062 (w_{4.6} + w_{6.8}) + 0,033 w_{5.7} - \frac{1}{9} w$$

$$v_{2.3} = -0,232 (w_{2.4} + w_{1.3}) + 0,150 (w_{3.5} + w_{9.2}) + 0,003 (w_{4.6} + \\ + w_{8.1}) + 0,062 (w_{5.7} + w_{7.9}) + 0,033 w_{6.8} - \frac{1}{9} w$$

$$w_{9.1} = -0,232 (w_{9.2} + w_{8.1}) + 0,150 (w_{1.3} + w_{7.9}) + 0,003 (w_{2.4} + \\ + w_{6.8}) + 0,062 (w_{3.5} + w_{5.7}) + 0,033 w_{4.6} - \frac{1}{9} w,$$

где

$$w_{1.3} = 1.2 + 2.3 - 1.3$$

$$w_{2.4} = 2.3 + 3.4 - 2.4$$

$$\dots$$

$$w_{(n-1).1} = (n-1) \cdot n + n \cdot 1 - (n-1) \cdot 1$$

$$w_{n.2} = n \cdot 1 + 1 \cdot 2 - n \cdot 2$$

$$w = 1.2 + 2.3 + 3.4 + \dots + (n-1)n + n \cdot 1 - 360^\circ.$$

Вычисление поправок упрощается, если их выполнять по схеме, приведенной в табл. 2. В схеме выписывают средние значения углов в порядке 1.2, 1.3, 2.3, 2.4, 3.4, 3.5 ...  $n \cdot 1$ ,  $n \cdot 2$ . В графах углов 1.3, 2.4 и т. д. выписывают под значениями углов 1.3, 2.4, 3.5 ...  $n \cdot 2$  величины  $w_{1.3}$ ,  $w_{2.4}$ ,  $w_{3.5}$  ...  $w_{n.2}$ . После этого приступают к вычислениям поправок. В графе угла 1.2 переписывают столбцом сверху вниз вычисленные  $w_{1.3}$ ,  $w_{2.4}$  ...  $w_{n.2}$ . В графе угла 2.3 переписывают их же, начиная с невязки  $w_{2.4}$ , т. е. следующей за углом 2.3 в схеме вычислений, до невязки  $w_{n.2}$ , которая будет предпоследней, последней выписывают невязку  $w_{1.3}$ . В графе угла 3.4 первой выписывают невязку  $w_{3.5}$ , предпоследней  $w_{1.3}$  и последней  $w_{2.4}$ , т. е. выписывают всегда в круговом порядке, начиная с первой правой  $w_{i.k}$ . Так поступают и далее, заканчивая выписку углом  $n \cdot 1$ . Затем складывают выписанные в графах 1.2, 2.3, ... величины  $w_{i.k}$  попарно: первая с последней, вторая с предпоследней, третья сверху с третьей снизу



и т. д. При нечетном числе направлений число  $w_{ik}$  нечетно и одно, среднее пары не имеет; его переписывают последним. Такое попарное суммирование будет соответствовать тому попарному суммированию, которое указано выше в формулах для поправок. Выписывают в крайней левой графе коэффициенты в порядке, указанном в приведенных формулах против парных сумм величин  $w_{ik}$ . Умножают последовательно коэффициенты на все суммы  $w_{ik}$ , стоящие в одной строке, и записывают произведения в столбцах ниже. При умножении используют или таблицы произведений, или логарифмическую линейку. После произведений выписывают невязку замыкания гори-

ПРИМЕР

Наименование углов	1.2	1.3	2.3	2.4	3.4	3.5	4.5
Углы (сек.)	7",20		18",62		51",28		3",80
» »		25",78		11",85		54",38	
$w_{ik}$	+0",04	+0,04	-1",95	-1,95	+0",70	+0,70	-1",20
	-1 ,95		+ ,70		-1,20		- ,62
	+ ,70		-1 ,20		- ,62		+ ,88
	-1 ,20		- ,62		+ ,88		- ,73
	- ,62		+ ,88		- ,73		+ ,04
	+ ,88		- ,73		+ ,04		-1,95
	- ,73		+ ,04		-1,95		+ ,70
	-0 ,69		-1 ,91		-1,25		-0,50
-0,220	-1 ,07		- ,03		-1,16		-2,57
+0,165	+ ,08		- ,32		-1,35		+ ,92
+0,011	-1 ,20		- ,62		+ ,88		- ,73
+0,088	+0 ,15		+0 ,42		+0,28		+0,11
	- ,18		0		- ,19		- ,42
	0		0		- ,01		+ ,01
	- ,11		- ,05		+ ,08		- ,06
$-\frac{1}{7}w$	+ ,44		+ ,44		+ ,44		+ ,44
$v$	+0 ,30	+1,15	+0 ,81	-0,54	+0,60	+1,38	+0,08
Уравненные углы	51° 0'		50° 0'		49° 0'		54° 0'
	7",50		19",43		51",88		3",88

Уравненные направления

1. . . . 0° 0' 0",00  $w = 359° 59' 56",91 - 360° = -3",09$ ;
2. . . . 51 0 7 ,50  $\frac{1}{7}w = +0,44$ ;
3. . . . 101 0 26 ,93
4. . . . 150 1 18 ,81
5. . . . 204 1 22 ,69
6. . . . 252 1 44 ,24
7. . . . 309 2 6 ,92

зонта (деленную на число углов), взятую с обратным знаком. Далее суммируют в графах произведения и получают поправки  $v$  углов 1.2, 2.3, 3.4 и т. д., прибавляя которые к измеренным значениям, находят уравненные углы. Поправки углов 1.3, 2.4, 3.5 и т. д. получают как сумму поправок двух углов, составляющих этот угол, и соответствующей невязки  $w_{i,k}$ , например

$$v_{1,3} = v_{1,2} + v_{2,3} + w_{1,3}.$$

После этого вычисляют уравненные направления и ошибки углов и направлений.

Таблица 2

УРАВНИВАНИЯ

4.6	5.6	5.7	6.7	6.1	7.1	7.2	Сумма
	20",48		22",78		52",75		359° 59'
25",48		43",88		14",65		0",68	56",91
-1,20		-0,62		+0,88		-0,73	719 59
	-0",62		+0",88		-0",73		56,70
	+ ,88		- ,73		+ ,04		-2,88
	- ,73		+ ,04		-1,95		
	+ ,04		-1,95		+ ,70		
	-1,95		+ ,70		-1,20		
	+ ,70		-1,20		- ,62		
	-1,20		- ,62		+ ,88		
	-1,82		+0,26		+0,15		
	+1,58		-1,93		- ,58		
	-2,68		+ ,74		-3,15		
	+ ,04		-1,95		+ ,70		
	+0,40		-0,06		-0,03		
	+ ,26		- ,32		- ,10		
	- ,03		+ ,01		- ,03		
	0		- ,17		+ ,06		
	+ ,44		+ ,44		+ ,44		
-0,05	+1,07	+0,35	-0,10	+1,12	+0,34	-0,09	
	48° 0'		57° 0'		50° 57'		
	21",55		22",68		53",09		

$$m_{\text{изм. угла}} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{14} v^2}{n+1}} = \sqrt{\frac{7,2890}{8}} = \pm 0",95$$

из 5 пр.

$$m_{\text{ур. угла}} = \pm \frac{0",95}{\sqrt{p_{\text{ур}}}} = \pm \frac{0",95}{\sqrt{2,4}} = \pm 0",61$$

$$m_{\text{ур. напр.}} = \pm \frac{0,61}{\sqrt{2}} = \pm 0",43.$$

Формулы для вычислений средних квадратических ошибок

$$m_{\text{изм. угла}} = \pm \sqrt{\frac{\sum v^2}{n+1}}; \quad m_{\text{изм. напр}} = \pm m_{\text{изм. угла}} : \sqrt{2}$$
$$m_{\text{ур. угла}} = \pm \frac{m_{\text{изм. угла}}}{\sqrt{p}}; \quad m_{\text{ур. напр}} = \pm m_{\text{ур. угла}} : \sqrt{2},$$

где  $p = 2.4$  (принимается как постоянная величина).

Контроль вычислений невязок  $w_{1.3}$ ,  $w_{2.4}$  и т. д. осуществляется по формуле

$$2(1.2 + 2.3 + 3.4 + \dots + n.1) - (1.3 + 2.4 + 3.5 + \dots + n.2) = \\ = \sum w_{i+h}.$$

Вычисление поправок контролируют суммированием — их сумма для углов 1.2, 2.3, 3.4, ... должна быть равна невязке  $w$ , взятой с обратным знаком.

---

## УКАЗАНИЯ ПО ИЗМЕРЕНИЮ НАПРАВЛЕНИЙ В СЕТЯХ ТРИАНГУЛЯЦИИ 2 КЛАССА «НЕПОЛНЫМИ ПРИЕМАМИ»

В сетях триангуляции 2 класса при семи-девяти направлениях на пункте можно измерять их отдельными группами по три направления в каждой группе.

Наблюдения выполняют по программам, указанным в табл. 1, в которой даны сочетания направлений в группе, количество приемов и положение лимба. При восьми направлениях на станции дополнительно к группам из трех направлений измеряют отдельные углы.

Наблюдения отдельной группы направлений производят круговыми приемами без замыкания горизонта в полуприемах.

Обработка результатов наблюдений заключается в следующем.

Выводят средние значения направлений из приемов в группе и средние значения отдельных углов. По полученным средним вычисляют углы при всевозможных комбинациях направлений попарно. Вычисляют окончательно уравненные углы по правилам, применяемым в способе измерения углов во всех комбинациях.

Вычисляют средние квадратические ошибки уравненного направления и угла по формулам:

$$M_{\text{напр}} = \pm \sqrt{\frac{3 \sum v^2}{n(n-1)(n-3) + rn}};$$

$$M_{\text{угла}} = \pm M_{\text{напр}} \sqrt{2},$$

где  $v$  — разности между измеренными и уравненными значениями углов,

$n$  — число направлений на пункте,

$r$  — число отдельных углов в программе.

ТАБЛИЦА УСТАНОВОК ЛИМВА ПРИ ИЗМЕРЕНИИ НАПРАВЛЕНИЙ  
«НЕПОЛНЫМИ ПРИЕМАМИ» \*

Для инструментов с поверительной трубой

n = 7

Серии	Приемы				
	I	II	III	IV	V
1.2.3	0° 0' 0	36° 4' 5	72° 8' 10	108° 12' 15	144° 16' 20
2.4.5	5 4 5	41 8 10	77 12 15	113 16 20	149 20 25
3.4.6	10 8 10	46 12 15	82 16 20	118 20 25	154 24 30
3.5.7	15 12 15	51 16 20	87 20 25	123 24 30	159 28 35
5.6.1	20 16 20	56 20 25	92 24 30	128 28 35	164 32 40
6.7.2	25 20 25	61 24 30	97 28 35	133 32 40	169 36 45
4.7.1	30 24 30	66 28 35	102 32 40	138 36 45	174 40 50

n = 8

Серии и углы	Приемы				
	I	II	III	IV	V
1.2.3	0° 0' 0	36° 4' 5	72° 8' 10	108° 12' 15	144° 16' 20
1.4.8	2 4 5	38 8 10	74 12 15	110 16 20	146 20 25
1.5.7	5 8 10	41 12 15	77 16 20	113 20 25	149 24 30
2.4.5	7 12 15	43 16 20	79 20 25	115 24 30	151 28 35
2.7.8	10 16 20	46 20 25	82 24 30	118 28 35	154 32 40
3.4.6	12 20 25	48 24 30	84 28 35	120 32 40	156 36 45
3.5.8	15 24 30	51 28 35	87 32 40	123 36 45	159 40 50

\* В таблицах минуты, кратные 5, даны для теодолита ТТ-2'/6" и ОТ-02М, кратные 4 — для ОТ-02.

Серии и углы	Присмы				
	I	II	III	IV	V
1.6	17° 28' 35	77° 32' 40	137° 36' 45	—	—
2.6	20 32 40	80 36 45	140 40 50	—	—
4.7	23 36 45	83 40 50	143 44 55	—	—
5.6	25 40 50	85 44 55	145 48 00	—	—
6.7	28 44 55	88 48 00	148 52 05	—	—
6.8	30 48 00	90 52 05	150 56 10	—	—
3.7	33 52 05	93 56 10	153 0 15	—	—

n = 9

Серии	Присмы			
	I	II	III	IV
1.2.3	0° 0' 0	45° 4' 5	90° 8' 10	135° 12' 15
4.5.6	3 4 5	48 8 10	93 12 15	138 16 20
7.8.9	7 8 10	52 12 15	97 16 20	142 20 25
1.4.7	11 12 15	56 16 20	101 20 25	146 24 30
2.5.8	15 16 20	60 20 25	105 24 30	150 28 35
3.6.9	18 20 25	63 24 30	108 28 35	153 32 40
1.5.9	22 24 30	67 28 35	112 32 40	157 36 45
2.4.9	26 28 35	71 32 40	116 36 45	161 40 50
3.5.7	30 32 40	75 36 45	120 40 50	165 44 55
2.6.7	33 36 45	78 40 50	123 44 55	168 48 00
1.6.8	37 40 50	82 44 55	127 48 00	172 52 5
3.4.8	41 44 55	86 48 00	131 52 5	176 56 10

Продолжение табл. 1

Для инструментов без поверительной трубы  
n = 7

Серии	Приемы					
	I	II	III	IV	V	VI
1.2.3	0° 0' 0	30° 4' 5	60° 8' 10	90° 12' 15	120° 16' 20	150° 20' 25
2.4.5	4 4 5	34 8 10	64 12 15	94 16 20	124 20 25	154 24 30
3.4.6	8 8 10	38 12 15	68 16 20	98 20 25	128 24 30	158 28 35
3.5.7	12 12 15	42 16 20	72 20 25	102 24 30	132 28 35	162 32 40
5.6.1	17 16 20	47 20 25	77 24 30	107 28 35	137 32 40	167 36 45
6.7.2	21 20 25	51 24 30	81 28 35	111 32 40	141 36 45	171 40 50
4.7.1	25 24 30	55 28 35	85 32 40	115 36 45	145 40 50	175 44 55

n = 8

Серии и углы	Приемы					
	I	II	III	IV	V	VI
1.2.3	0° 0' 0	30° 4' 5	60° 8' 10	90° 12' 15	120° 16' 20	150° 20' 25
1.4.8	2 4 5	32 8 10	62 12 15	92 16 20	122 20 25	152 24 30
1.5.7	4 8 10	34 12 15	64 16 20	94 20 25	124 24 30	154 28 35
2.4.5	6 12 15	36 16 20	66 20 25	96 24 30	126 28 35	156 32 40
2.7.8	8 16 20	38 20 25	68 24 30	98 28 35	128 32 40	158 36 45
3.4.6	10 20 25	40 24 30	70 28 35	100 32 40	130 36 45	160 40 50
3.5.8	12 24 30	42 28 35	72 32 40	102 36 45	132 40 50	162 44 55
1.6	15 28 35	60 32 40	105 36 45	150 40 50	—	—
2.6	17 32 40	62 36 45	107 40 50	152 44 55	—	—
4.7	19 36 45	64 40 50	109 44 55	154 48 0	—	—

Серии и углы	Приемы					
	I	II	III	IV	V	VI
5.6	21° 40' 50	66° 44' 55	111° 48' 0	156° 52' 5	—	—
6.7	23 44 55	68 48 0	113 52 5	158 56 10	—	—
6.8	25 48 0	70 52 5	115 56 10	160 00 15	—	—
3.7	27 52 5	72 56 10	117 00 15	162 04 20	—	—

n=9

Серии	Приемы				
	I	II	III	IV	V
1.2.3	0° 0' 0	36° 4' 5	72° 8' 10	108° 12' 15	144° 16' 20
4.5.6	3 4 5	39 8 10	75 12 15	111 16 20	147 20 25
7.8.9	6 8 -10	42 12 15	78 16 20	114 20 25	150 24 30
1.4.7	9 12 15	45 16 20	81 20 25	117 24 30	153 28 35
2.5.8	12 16 20	48 20 25	84 24 30	120 28 35	156 32 40
3.6.9	15 20 25	51 24 30	87 28 35	123 32 40	159 36 45
1.5.9	18 24 30	54 28 35	90 32 40	126 36 45	162 40 50
2.4.9	21 28 35	57 32 40	93 36 45	129 40 50	165 44 55
3.5.7	24 32 40	60 36 45	96 40 50	132 44 55	168 48 0
2.6.7	27 36 45	63 40 50	99 44 55	135 48 0	171 52 5
1.6.8	30 40 50	66 44 55	102 48 0	138 52 5	174 56 10
3.4.8	33 44 55	69 48 0	105 52 5	141 56 10	177 0 15



**СВОДКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ  
НА ПУНКТЕ ВЕСЕЛЫЙ 101**

(способом измерений неполными приемами)

Наблюдатель *Шумилин А. П.*

Тип знака — *сложный сигнал*

Инструмент «Аэрогеоприбор» ТТ 2"/6" № 53637

Журнал № 258

Высота над маркой верхнего центра:  
столика для инструментов 23,28 м,  
горизонтальной оси прибора 23,76 м,  
верха визирной цели 26,56 м.

Схема направлений	№ п. п.	Названия направлений	Уравненные на станции направления	Число направлений и приемов, вес направления, средняя квадратическая ошибка
	1	Белаши	0°00'00",00	$n = 7$
	2	Александров	55 30 04,74	$m = 5$
	3	Марец	103 07 33,65	
	4	Муравлевский	143 57 22,96	$p = 24$
	5	Синяя гора	205 00 37,22	$M_{угла} = \pm 0",88$
	6	Маяк	238 44 55,66	
	7	Кузнецов	289 26 28,92	$M_{напр} = \pm 0,27$

Таблица 3

Дата наблюдения	№ приема	Визирная цель	Микрометр ЦЛД	Установка лимба	Значение углов		
					I полу-прием	II полу-прием	среднее

Группа 1, 2, 3. Угол 1.2 55° 30'

Угол 1. 3 103° 07"

17/IX	I	в. ц.	II	0° 00'	04,5 33,2	04,2 34,5	1.2 04,4	1.3 33,8
-------	---	-------	----	--------	--------------	--------------	-------------	-------------

Дата наблюдений	№ приема	Визирная цель	Микрометр ПЛ	Установка лимба	Значение углов			
					I полу-прием	II полу-прием	среднее	
19/IX	II	в. ц.	П	36° 05'	03,3 31,6	03,2 31,4	03,2	31,5
	III	в. ц.	П	72 10	03,6 32,0	04,4 34,0	04,0	
	IV	в. ц.	Л	288 15	04,5 33,9	05,5 35,2	05,0	34,6
	22/IX	V	в. ц.	Л	324 20	02,5 31,9	04,2 33,2	03,4
Среднее							04,0	33,10

## Группа 2, 4, 5. Угол 2.4 88° 27'

Угол 2.5 149° 30'

17/IX	I	в. ц.	П	60° 35'	18,6 32,4	17,1 31,3	2.4 17,8	2.5 31,8
	II	в. ц.	П	96 40	17,0 31,0	19,6 33,8	18,3	32,4
19/IX	III	в. ц.	Л	312 45	17,2 30,7	18,4 31,9	17,8	31,3
	IV	в. ц.	Л	348 50	18,5 32,7	16,0 30,9	17,2	31,8
	V	в. ц.	Л	24 55	19,2 31,9	17,6 32,4	18,4	32,2
Среднее							17,90	31,90

## Группа 3, 5, 7. Угол 3,5 101° 53'

Угол 3.7 186° 18'

17/IX	I	в. ц.	П	118° 22'	04,0 54,5	04,3 53,9	3.5 04,2	3.7 54,2
	II	в. ц.	П	154 27	03,3 55,1	03,8 54,6	03,6	54,8

Дата наблюдения	№ прилема	Визирная цель	Микрометр ЦЛ	Установка лимба	Значение углов			
					I полу-прием	II полу-прием	среднее	
23/IX	III	в. ц.	Л	10° 32'	04,1 57,4	59,8 54,3	02,0	55,8
	IV	в. ц.	Л	46 37	03,5 55,9	03,9 56,6		
	V	в. ц.	Л	82 42	04,4 54,4	03,0 54,6	03,7	56,2 54,5
	Среднее				03,44	55,10		

## Группа 3, 4, 6. Угол 3.4 40° 49'

Угол 3.6 135° 37'

17/IX	I	в. ц.	П	113° 17'	49,2 21,4	49,2 23,0	3,4 49,2	3,6 22,2
	II	в. ц.	П	149 22	49,0 21,7	51,3 22,3	50,2	22,0
	III	в. ц.	П	185 27	47,7 22,3	49,6 22,0		
23/IX	IV	в. ц.	Л	41 32	50,9 20,9	48,4 19,9	49,6	20,4
	V	в. ц.	Л	77 37	48,4 21,4	50,1 23,8		
	Среднее				49,36	21,88		

## Группа 5, 6, 1. Угол 5.6 33° 44'

Угол 5.1 154° 59'

17/IX	I	в. ц.	П	225° 20'	19,2 21,4	17,6 21,5	5,6 18,4	5,1 21,4
	II	в. ц.	П	261 25	17,6 20,7	17,5 21,9	17,6	21,3
	III	в. ц.	П	297 30	18,0 21,3	18,6 21,0		
18/IX	IV	в. ц.	Л	153 35	19,0 22,7	16,6 23,2	17,8	23,0
23/IX	V	в. ц.	Л	189 40	20,3 21,5	20,4 22,8	20,4	22,2
Среднее				18,50	21,82			

Дата наблю- дения	№ призма	Визирная цель	Микрометр ЦЛ	Установка лимба	Значение углов		
					I полу- прием	II полу- прием	среднее

Группа 4, 7, 1. Угол 4.7 145° 29'

Угол 4.1 216° 02'

17/IX	I	в. ц.	II	174° 27'	06,8	05,2	4.7	4.1
	II	в. ц.	II	210 32	37,5	36,5	06,0	37,0
	III	в. ц.	II	246 37	05,0	05,6	05,3	36,8
19/IX	IV	в. ц.	Л	102 42	35,8	37,8	05,7	37,0
	V	в. ц.	Л	138 47	04,0	07,4	09,2	37,0
	IV bis.	в. ц.	Л	102 40	36,1	37,9	06,8	38,5
					<del>09,7</del>	<del>08,6</del>	<del>09,2</del>	<del>37,6</del>
					<del>36,6</del>	<del>38,5</del>		<del>37,6</del>
				07,1	06,6	05,4	37,3	
				<del>37,3</del>	39,7			
				04,1	06,8			
				37,0	37,6			
Среднее							05,84	37,32

Группа 6, 7, 2. Угол 6.7 50°41'

Угол 6.2 176°45'

17/IX	I	в. ц.	II	264° 09'	30,8	31,4	6.7	6.2
	II	в. ц.	II	300 14	<del>06,6</del>	<del>06,4</del>	<del>31,4</del>	<del>06,4</del>
23/IX	III	в. ц.	Л	156 19	32,5	32,9	32,7	09,0
	IV	в. ц.	Л	192 24	07,4	10,6	34,0	09,0
19/IX	IV	в. ц.	Л	192 24	<del>34,3</del>	<del>33,7</del>	<del>34,0</del>	<del>41,3</del>
22/IX	V	в. ц.	Л	228 29	<del>41,3</del>	<del>41,3</del>		
	III bis.	в. ц.	Л	336 19	33,2	33,5	33,4	08,2
24/IX	I bis.	в. ц.	II	384 10	08,0	08,4	34,5	10,1
					33,2	35,8	34,5	10,1
					08,4	11,8	34,2	09,8
				34,4	33,9	33,9	09,6	
				12,8	06,9			
				33,5	34,3			
				11,3	07,9			
Среднее							33,74	09,34

## УРАВНИВАНИЕ ИЗМЕРЕННЫХ УГЛОВ НА СТАНЦИИ

1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8
04",00	33",10	22",68	38",18	56",68	28",52		29",10	17",90	31",90	50",66	24",40	
04 ,00	33 ,10	22 ,68	38 ,18	56 ,68	28 ,52		29 ,10	17 ,90	31 ,90	50 ,66	24 ,40	
04 ,00	33 ,10	21 ,90	35 ,90	54 ,64	28 ,40		29 ,10	18 ,68	34 ,18	52 ,68	24 ,52	
04 ,78	33 ,32	22 ,46	36 ,54	54 ,98	28 ,20		28 ,54	18 ,46	32 ,54	50 ,98	24 ,20	
06 ,28	34 ,74	24 ,18	36 ,68	55 ,20	28 ,52		28 ,46	17 ,90	31 ,90	50 ,42	23 ,74	
06 ,02	34 ,80	14 ,16	38 ,18	56 ,68	29 ,84		28 ,78	18 ,14	32 ,16	50 ,40	23 ,56	
04 ,12	33 ,42	22 ,68	36 ,86	54 ,78	30 ,42		29 ,30	18 ,56	32 ,74	50 ,66	24 ,40	
Ср. 04 ,74	33 ,65	22 ,96	37 ,22	55 ,66	28 ,92		29 ,91	18 ,22	32 ,47	50 ,92	24 ,17	
—0 ,74	—0 ,55	—0 ,28	+0 ,96	+1 ,02	—0 ,40		+0 ,19	—0 ,32	—0 ,57	—0 ,27	+0 ,23	
3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	4.5	4.6	4.7	4.8	5.6	5.7	5.8	6.7
49",36	03",44	21",88	55",10		14",00	32",52	05',84		18",50	51",66		33",74
49 ,36	03 ,44	21 ,88	55 ,10		14 ,00	32 ,52	05 ,84		18 ,50	51 ,66		33 ,74
49 ,58	05 ,08	23 ,58	55 ,42		15 ,50	34 ,00	05 ,84		18 ,50	50 ,34		31 ,84
48 ,80	03 ,36	21 ,56	55 ,30		14 ,00	32 ,76	06 ,50		18 ,76	52 ,50		33 ,76
49 ,44	03 ,38	21 ,88	55 ,20		14 ,08	32 ,52	05 ,74		18 ,44	51 ,66		33 ,22
49 ,36	03 ,44	21 ,94	55 ,10		14 ,02	32 ,50	06 ,66		18 ,52	51 ,84		33 ,32
49 ,26	02 ,80	21 ,36	55 ,62		14 ,18	32 ,10	06 ,26		17 ,92	52 ,24		33 ,16
49 ,31	03 ,56	22 ,01	55 ,26		14 ,25	32 ,70	05 ,96		18 ,45	51 ,70		33 ,26
+0 ,05	—0 ,14	—0 ,13	—0 ,16		—0 ,25	—0 ,18	—0 ,12		+0 ,05	—0 ,04		+0 ,48

Средняя квадратическая ошибка направления, уравненного на станции

$$M_{\text{напр}} = \pm \sqrt{\frac{3 [v^2]}{n(n-1)(n-3) + rn}}$$

Средняя квадратическая ошибка уравненного угла  $M_{\text{угла}} = \pm M_{\text{напр}} \sqrt{2}$ .  
 $n$  — число направлений;  $r$  — число отдельных углов в программе.

ТАБЛИЦЫ УСТАНОВОК ЛИМБА ПРИ НАБЛЮДЕНИИ ПОЛИГОНОМЕТРИИ И ТРИАНГУЛЯЦИИ с  $m \cdot n = 48, 49, 50$ \*

$n = 2$		$m = 24$						
Угол	Приемы							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1.2	0° 0' 0	7° 4' 5	15° 8' 10	22° 12' 15	30° 16' 20	38° 20' 25	45° 24' 30	52° 28' 35
Угол	Приемы							
	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI
1.2	60° 32' 40	68° 36' 45	75° 40' 50	82° 44' 55	90° 48' 0	98° 52' 5	105° 56' 10	112° 0' 15
Угол	Приемы							
	XVII	XVIII	XIX	XX	XXI	XXII	XXIII	XXIV
1.2	120° 4' 20	128° 8' 25	135° 12' 30	142° 16' 35	150° 20' 40	157° 24' 45	165° 28' 50	172° 32' 55
$n = 3$		$m = 16$						
Угол	Приемы							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1.2	0° 0' 0	11° 4' 5	22° 8' 10	34° 12' 15	45° 16' 20	56° 20' 25	67° 24' 30	79° 28' 35
1.3	4 4 5	15 8 10	26 12 15	38 16 20	49 20 25	60 24 30	71 28 35	83 32 40
2.3	7 8 10	18 12 15	29 16 20	41 20 25	52 24 30	63 28 35	74 32 40	86 36 45
Угол	Приемы							
	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI
1.2	90° 32' 40	101° 36' 45	112° 40' 50	124° 44' 55	135° 48' 0	146° 52' 5	157° 56' 10	169° 0' 15

\* В таблицах минуты, кратные 5, даны для теодолитов ТТ-2"/6" и ОТ-2М, кратные 4—ОТ-02.

Угол	Приемы							
	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI
1.3	94° 36' 45	105° 40' 50	116° 44' 55	128° 48' 0	139° 52' 5	150° 56' 10	161° 0' 15	173° 4' 20
2.3	97 40 50	108 44 55	119 48 0	131 52 5	142 56 10	153 0 15	164 4 20	176 8 25

$n = 4$

$m = 12$

Угол	Приемы					
	I	II	III	IV	V	VI
1.2	0° 0' 0	15° 4' 5	30° 8' 10	45° 12' 15	60° 16' 20	75° 20' 25
1.3	5 4 5	20 8 10	35 12 15	50 16 20	65 20 25	80 24 30
1.4	10 8 10	25 12 15	40 16 20	55 20 25	70 24 30	85 28 35
2.3	10 8 10	25 12 15	40 16 20	55 20 25	70 24 30	85 28 35
2.4	5 4 5	20 8 10	35 12 15	50 16 20	65 20 25	80 24 30
3.4	0 0 0	15 4 5	30 8 10	45 12 15	60 16 20	75 20 25

Угол	Приемы					
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1.2	90° 24' 30	105° 28' 35	120° 32' 40	135° 36' 45	150° 40' 50	165° 44' 55
1.3	95 28 35	110 32 40	125 36 45	140 40 50	155 44 55	170 48 0
1.4	100 32 40	115 36 45	130 40 50	145 44 55	160 48 0	175 52 5
2.3	100 32 40	115 36 45	130 40 50	145 44 55	160 48 0	175 52 5
2.4	95 28 35	110 32 40	125 36 45	140 40 50	155 44 55	170 48 0
3.4	90 24 30	105 28 35	120 32 40	135 36 45	150 40 50	165 44 55

n = 5

m = 10

Угол	П р и е м ы				
	I	II	III	IV	V
1.2	0° 0' 0	18° 4' 5	36° 8' 10	54° 12' 15	72° 16' 20
1.3	4 4 5	22 8 10	40 12 15	58 16 20	76 20 25
1.4	7 8 10	25 12 15	43 16 20	61 20 25	79 24 30
1.5	11 12 15	29 16 20	47 20 25	65 24 30	83 28 35
2.3	7 8 10	25 12 15	43 16 20	61 20 25	79 24 30
2.4	11 12 15	29 16 20	47 20 25	65 24 30	83 28 35
2.5	14 16 20	32 20 25	50 24 30	68 28 35	86 32 40
3.4	14° 16' 20	32° 20' 25	50° 24' 30	68° 28' 35	86° 32' 40
3.5	0 0 0	18 4 5	36 8 10	54 12 15	72 16 20
4.5	4 4 5	22 8 10	40 12 15	58 16 20	76 20 25

Угол	П р и е м ы				
	VI	VII	VIII	IX	X
1.2	90° 20' 25	108° 24' 30	126° 28' 35	144° 32' 40	162° 36' 45
1.3	94 24 30	112 28 35	130 32 40	148 36 45	166 40 50
1.4	97 28 35	115 32 40	133 36 45	151 40 50	169 44 55
1.5	101 32 40	119 36 45	137 40 50	155 44 55	173 48 0
2.3	97 28 35	115 32 40	133 36 45	151 40 50	169 44 55
2.4	101 32 40	119 36 45	137 40 50	155 44 55	173 48 0
2.5	104 36 45	122 40 50	140 44 55	158 48 0	176 52 5
3.4	104 36 45	122 40 50	140 44 55	158 48 0	176 52 5



Угол	Приемы				
	VI	VII	VIII	IX	X
3.5	90° 20' 25	108° 24' 30	126° 28' 35	144° 32' 40	162° 36' 45
4.5	94 24 30	112 28 35	130 32 40	148 36 45	166 40 50

n = 6

m = 8

Угол	Приемы							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1.2	0° 0' 0	22° 4' 5	45° 8' 10	67° 12' 15	90° 16' 20	112° 20' 25	135° 24' 30	157° 28' 35
1.3	4 4 5	26 8 10	49 12 15	71 16 20	94 20 25	116 24 30	139 28 35	161 32 40
1.4	9 8 10	31 12 15	54 16 20	76 20 25	99 24 30	121 28 35	144 32 40	166 36 45
1.5	14 12 15	36 16 20	59 20 25	81 24 30	104 28 35	126 32 40	149 36 45	171 40 50
1.6	18 16 20	40 20 25	63 24 30	85 28 35	108 32 40	130 36 45	153 40 50	175 44 55
2.3	18 16 20	40 20 25	63 24 30	85 28 35	108 32 40	130 36 45	153 40 50	175 44 55
2.4	14 12 15	36 16 20	59 20 25	81 24 30	104 28 35	126 32 40	149 36 45	171 40 50
2.5	4 4 5	26 8 10	49 12 15	71 16 20	94 20 25	116 24 30	139 28 35	161 32 40
2.6	9 8 10	31 12 15	54 16 20	76 20 25	99 24 30	121 28 35	144 32 40	166 36 45
3.4	0 0 0	22 4 5	45 8 10	67 12 15	90 16 20	112 20 25	135 24 30	157 28 35
3.5	9 8 10	31 12 15	54 16 20	76 20 25	99 24 30	121 28 35	144 32 40	166 36 45
3.6	14 12 15	36 16 20	59 20 25	81 24 30	104 28 35	126 32 40	149 36 45	171 40 50
4.5	18 16 20	40 20 25	63 24 30	85 28 35	108 32 40	130 36 45	153 40 50	175 44 55
4.6	4 4 5	26 8 10	49 12 15	71 16 20	94 20 25	116 24 30	139 28 35	161 32 40
5.6	0 0 0	22 4 5	45 8 10	67 12 15	90 16 20	112 20 25	135 24 30	157 28 35

Угол	Приемы						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
1.2	0° 0' 0	26° 4' 5	51° 8' 10	77° 12' 15	103° 16' 20	128° 20' 25	154° 24' 30
1.3	4 4 5	30 8 10	55 12 15	81 16 20	107 20 25	132 24 30	158 28 35
1.4	8 8 10	34 12 15	59 16 20	85 20 25	111 24 30	136 28 35	162 32 40
1.5	11 12 15	37 16 20	62 20 25	88 24 30	114 28 35	139 32 40	165 36 45
1.6	15 16 20	41 20 25	66 24 30	92 28 35	118 32 40	143 36 45	169 40 50
1.7	18 20 25	44 24 30	69 28 35	95 32 40	121 36 45	146 40 50	172 44 55
2.3	8 8 10	34 12 15	59 16 20	85 20 25	111 24 30	136 28 35	162 32 40
2.4	11 12 15	37 16 20	62 20 25	88 24 30	114 28 35	139 32 40	165 36 45
2.5	15 16 20	41 20 25	66 24 30	92 28 35	118 32 40	143 36 45	169 40 50
2.6	18 20 25	44 24 30	69 28 35	95 32 40	121 36 45	146 40 50	172 44 55
2.7	22 24 30	48 28 35	73 32 40	99 36 45	125 40 50	150 44 55	176 48 00
3.4	15 16 20	41 20 25	66 24 30	92 28 35	118 32 40	143 36 45	169 40 50
3.5	18 20 25	44 24 30	69 28 35	95 32 40	121 36 45	146 40 50	172 44 55
3.6	22 24 30	48 28 35	73 32 40	99 36 45	125 40 50	150 44 55	176 48 00
3.7	0 0 0	26 4 5	51 8 10	77 12 15	103 16 20	128 20 25	154 24 30
4.5	22 24 30	48 28 35	73 32 40	99 36 45	125 40 50	150 44 55	176 48 00
4.6	0 0 0	26 4 5	51 8 10	77 12 15	103 16 20	128 20 25	154 24 30
4.7	4 4 5	30 8 10	55 12 15	81 16 20	107 20 25	132 24 30	158 28 35
5.6	4 4 5	30 8 10	55 12 15	81 16 20	107 20 25	132 24 30	158 28 35
5.7	8 8 10	34 12 15	59 16 20	85 20 25	111 24 30	136 28 35	162 32 40
6.7	11 12 15	37 16 20	62 20 25	88 24 30	114 28 35	139 32 40	165 36 45

Таблица 1

ТАБЛИЦА УСТАНОВОК ЛИМБА ПРИ НАБЛЮДЕНИЯХ НА ПУНКТАХ  
ПРОСТОЙ РОМБИЧЕСКОЙ БАЗИСНОЙ СЕТИ  
(для теодолита ТТ-2"/6")

Угол 1.2		Угол 1.3			
№ приема	Установка лимба	№ приема	Установка лимба	№ приема	Установка лимба
I	0° 0'	I	2° 5'	XIII	92° 5'
II	30 5	II	10 10	XIV	100 10
III	60 10	III	17 15	XV	107 15
IV	90 15	IV	25 20	XVI	115 20
V	120 20	V	32 25	XVII	122 25
VI	150 25	VI	40 30	XVIII	130 30
Угол 2.3		VII	47 35	XIX	137 35
№ приема	Установка лимба	VIII	55 40	XX	145 40
I	5° 10'	IX	62 45	XXI	152 45
II	35 15	X	70 50	XXII	160 50
III	65 20	XI	77 55	XXIII	167 55
IV	95 25	XII	85 0	XXIV	175 00
V	125 30				
VI	155 35				

Таблица 2

ТАБЛИЦА УСТАНОВОК ЛИМБА ПРИ НАБЛЮДЕНИЯХ НА ПУНКТАХ  
ПРОСТОЙ РОМБИЧЕСКОЙ БАЗИСНОЙ СЕТИ  
(для теодолитов ОТ-02)

Угол 1.2		Угол 1.3			
№ приема	Установка лимба	№ приема	Установка лимба	№ приема	Установка лимба
I	0° 0'	I	1° 32'	XIX	91° 44'
II	20 4	II	6 36	XX	96 48
III	40 8	III	11 40	XXI	101 52
IV	60 12	IV	16 44	XXII	106 56
V	80 16	V	21 48	XXIII	111 0
VI	100 20	VI	26 52	XXIV	116 4
VII	120 24	VII	31 56	XXV	121 8
VIII	140 28	VIII	36 0	XXVI	126 12
IX	160 32	IX	41 4	XXVII	131 16
Угол 2.3		X	46 8	XXVIII	136 20
№ приема	Установка лимба	XI	51 16	XXIX	141 24
I	3° 8'	XII	56 16	XXX	146 28
II	23 12	XIII	61 20	XXXI	151 32
III	43 16	XIV	66 24	XXXII	156 36
IV	63 20	XV	71 28	XXXIII	161 40
V	83 24	XVI	76 32	XXXIV	166 44
VI	103 28	XVII	81 36	XXXV	171 48
VII	123 32	XVIII	86 40	XXXVI	176 52
VIII	143 36				
IX	163 40				

ТАБЛИЦА УСТАНОВОК ЛИМБА ПРИ НАБЛЮДЕНИЯХ ТРИАНГУЛЯЦИИ  
И ПОЛИГОНОМЕТРИИ с  $m \cdot n = 36,35$  $n = 2$  $m = 18$ 

Угол	П р и е м ы					
	I	II	III	IV	V	VI
1.2	0° 0' 0	10° 4' 5	20° 8' 10	30° 12' 15	40° 16' 20	50° 20' 25
Угол	П р и е м ы					
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1.2	60° 24' 30	70° 28' 35	80° 32' 40	90° 36' 45	100° 40' 50	110° 44' 55
Угол	П р и е м ы					
	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII
1.2	120° 48' 0	130° 52' 5	140° 56' 10	150° 0' 15	160° 4' 20	170° 8' 25

 $n = 3$  $m = 12$ 

Угол	П р и е м ы					
	I	II	III	IV	V	VI
1.2	0° 0' 0	15° 4' 5	30° 8' 10	45° 12' 15	60° 16' 20	75° 20' 25
1.3	5 4 5	20 8 10	35 12 15	50 16 20	65 20 25	80 24 30
2.3	10 8 10	25 12 15	40 16 20	55 20 25	70 24 30	85 28 35
Угол	П р и е м ы					
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1.2	90° 24' 30	105° 28' 35	120° 32' 40	135° 36' 45	150° 40' 50	165° 44' 55
1.3	95 28 35	110 32 40	125 36 45	140 40 50	155 44 55	170 48 0
2.3	100 32 40	115 36 45	130 40 50	145 44 55	160 48 0	175 52 5

Угол	Приемы								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
1.2	0° 0' 0	20° 4' 5	40° 8' 10	60° 12' 15	80° 16' 20	100° 20' 25	120° 24' 30	140° 28' 35	160° 32' 40
1.3	6 4 5	26 8 10	46 12 15	66 16 20	86 20 25	106 24 30	126° 28 35	146 32 40	166 36 45
1.4	13 8 10	33 12 15	53 16 20	73 20 25	93 24 30	113 28 35	133 32 40	153 36 45	173 40 50
2.3	13 8 10	33 12 15	53 16 20	73 20 25	93 24 30	113 28 35	133 32 40	153 36 45	173 40 50
2.4	6 4 5	26 8 10	46 12 15	66 16 20	86 20 25	106 24 30	126 28 35	146 32 40	166 36 45
3.4	0 0 0	20 4 5	40 8 10	60 12 15	80 16 20	100 20 25	120 24 30	140 28 35	160 32 40

n = 5

m = 7

Угол	Приемы						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
1.2	0° 0' 0	26° 4' 5	51° 8' 10	77° 12' 15	103° 16' 20	128° 20' 25	154° 24' 30
1.3	5 4 5	31 8 10	56 12 15	82 16 20	108 20 25	133 24 30	159 28 35
1.4	10 8 10	36 12 15	61 16 20	87 20 25	113 24 30	138 28 35	164 32 40
1.5	15 12 15	41 16 20	66 20 25	92 24 30	118 28 35	143 32 40	169 36 45
2.3	10 8 10	36 12 15	61 16 20	87 20 25	113 24 30	138 28 35	164 32 40
2.4	15 12 15	41 16 20	66 20 25	92 24 30	118 28 35	143 32 40	169 36 45
2.5	20 16 20	46 20 25	71 24 30	97 28 35	123 32 40	148 36 45	174 40 50
3.4	20 16 20	46 20 25	71 24 30	97 28 35	123 32 40	148 36 45	174 40 50
3.5	0 0 0	26 4 5	51 8 10	77 12 15	103 16 20	128 20 25	154 24 30
4.5	5 4 5	31 8 10	56 12 15	82 16 20	108 20 25	133 24 30	159 28 35

n = 6

Угол	П р и е м ы					
	I	II	III	IV	V	VI
1.2	0° 0' 0	30° 4' 5	60° 8' 10	90° 12' 15	120° 16' 20	150° 20' 25
1.3	6 4 5	36 8 10	66 12 15	96 16 20	126 20 25	156 24 30
1.4	12 8 10	42 12 15	72 16 20	102 20 25	132 24 30	162 28 35
1.5	18 12 15	48 16 20	78 20 25	108 24 30	138 28 35	168 32 40
1.6	24 16 20	54 20 25	84 24 30	114 28 35	144 32 40	174 36 45
2.3	24 16 20	54 20 25	84 24 30	114 28 35	144 32 40	174 36 45
2.4	18 12 15	48 16 20	78 20 25	108 24 30	138 28 35	168 32 40
2.5	6 4 5	36 8 10	66 12 15	96 16 20	126 20 25	156 24 30
2.6	12 8 10	42 12 15	72 16 20	102 20 25	132 24 30	162 28 35
3.4	0 0 0	30 4 5	60 8 10	90 12 15	120 16 20	150 20 25
3.5	12 8 10	42 12 15	72 16 20	102 20 25	132 24 30	162 28 35
3.6	18 12 15	48 16 20	78 20 25	108 24 30	138 28 35	168 32 40
4.5	24 16 20	54 20 25	84 24 30	114 28 35	144 32 40	174 36 45
4.6	6 4 5	36 8 10	66 12 15	96 16 20	126 20 25	156 24 30
5.6	0 0 0	30 4 5	60 8 10	90 12 15	120 16 20	150 20 25

n = 7

m = 5

Угол	П р и е м ы				
	I	II	III	IV	V
1.2	0° 00' 00	36° 04' 5	72° 08' 10	108° 12' 15	144° 16' 20
1.3	5 4 5	41 08 10	77 12 15	113 16 20	149 20 25
1.4	10 8 10	46 12 15	82 16 20	118 20 25	154 24 30

Угол	Премы				
	I	II	III	IV	V
1.5	15° 12' 15	51° 16' 20	87° 20' 25	123° 24' 30	159° 28' 35
1.6	20 16 20	56 20 25	92 24 30	128 28 35	164 32 40
1.7	25 20 25	61 24 30	97 28 35	133 32 40	169 36 45
2.3	10 8 10	46 12 15	82 16 20	118 20 25	154 24 30
2.4	15 12 15	51 16 20	87 20 25	123 24 30	159 28 35
2.5	20 16 20	56 20 25	92 24 30	128 28 35	164 32 40
2.6	25 20 25	61 24 30	97 28 35	133 32 40	169 36 45
2.7	30 24 30	66 28 35	102 32 40	138 36 45	174 40 50
3.4	20 16 20	56 20 25	92 24 30	128 28 35	164 32 40
3.5	25 20 25	61 24 30	97 28 35	133 32 40	169 36 45
3.6	30 24 30	66 28 35	102 32 40	138 36 45	174 40 50
3.7	0 00 00	36 04 5	72 08 10	108 12 15	144 16 20
4.5	30 24 30	66 28 35	102 32 40	138 36 45	174 40 50
4.6	0 00 00	36 04 5	72 08 10	108 12 15	144 16 20
4.7	5 4 5	41 08 10	77 12 15	113 16 20	149 20 25
5.6	5 4 5	41 08 10	77 12 15	113 16 20	149 20 25
5.7	10 8 10	46 12 15	82 16 20	118 20 25	154 24 30
6.7	15 12 15	51 16 20	87 20 25	123 24 30	159 28 35

Примечание. В таблицах 3—5 минуты, кратные 5, даны для теодолитов ОТ-02М и ТТ-2''/6'', кратные 4 — для ОТ-02.

Точность начальных установок лимба при измерении углов должна быть не ниже 2—3'.

Следует избегать начальных отсчетов на одних и тех же местах барабана микроскопа-микрометра; нужно стремиться к равномерному распределению отсчетов начальных установок приемов данного угла по барабану микрометра.

Для перехода от установок лимба, указанных в таблицах, к его рабочим установкам на данном пункте триангуляции необходимо к установкам лимба для всех углов, кроме 1.2; 1.3; 1.4; 1.5; 1.6; 1.7; 1.8 ..., прибавлять значение угла между начальным (первым) направлением и левым направлением измеряемого угла.

Например, при  $n = 5$  при измерении теодолитом ТТ-2''/6'' угла 3.4 установка лимба в первом приеме должна быть равна  $20^{\circ} 20'$  плюс угол 1.3, а в пятом приеме  $123^{\circ} 40'$  плюс тот же угол 1.3.

Таблица 4

ТАБЛИЦА УСТАНОВОК ЛИМБА ПРИ НАБЛЮДЕНИЯХ СЕТЕЙ ТРИАНГУЛЯЦИИ 2 КЛАССА ДЛЯ ИНСТРУМЕНТОВ С ПОВЕРИТЕЛЬНОЙ ТРУБОЙ

( $m \cdot n = 21, 24, 25$ )

$n = 2$

$m = 12$

Угол	Приемы					
	I	II	III	IV	V	VI
1.2	0° 0' 0	15° 4' 5	30° 8' 10	45° 12' 15	60° 16' 20	75° 20' 25
Угол	Приемы					
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1.2	90° 24' 30	105° 28' 35	120° 32' 40	135° 36' 45	150° 40' 50	165° 44' 55



n=3

m=8

Угол	П р и е м ы							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1.2	0° 0' 0	22° 4' 5	45° 8' 10	67° 12' 15	90° 16' 20	112° 20' 25	135° 24' 30	157° 28' 35
1.3	8 4 5	30 8 10	53 12 15	75 16 20	98 20 25	120 24 30	143 28 35	165 32 40
2.3	15 8 10	37 12 15	60 16 20	82 20 25	105 24 30	127 28 35	150 32 40	172 36 45

n=4

m=6

Угол	П р и е м ы					
	I	II	III	IV	V	VI
1.2	0° 0' 0	30° 4' 5	60° 8' 10	90° 12' 15	120° 16' 20	150° 20' 25
1.3	10 4 5	40 8 10	70 12 15	100 16 20	130 20 25	160 24 30
1.4	20 8 10	50 12 15	80 16 20	110 20 25	140 24 30	170 28 35
2.3	20 8 10	50 12 15	80 16 20	110 20 25	140 24 30	170 28 35
2.4	10 4 5	40 8 10	70 12 15	100 16 20	130 20 25	160 24 30
3.4	0 0 0	30 4 5	60 8 10	90 12 15	120 16 20	150 20 25

n = 5

m = 5

Угол	Приемы				
	I	II	III	IV	V
1.2	0° 0' 0	36° 4' 5	72° 8' 10	108° 12' 15	144° 16' 20
1.3	7 4 5	43 8 10	79 12 15	115 16 20	151 20 25
1.4	14 8 10	50 12 15	86 16 20	122 20 25	158 24 30
1.5	21 12 15	57 16 20	93 20 25	129 24 30	165 28 35
2.3	14 8 10	50 12 15	86 16 20	122 20 25	158 24 30
2.4	21 12 15	57 16 20	93 20 25	129 24 30	165 28 35
2.5	28 16 20	64 20 25	100 24 30	136 28 35	172 32 40
3.4	28 16 20	64 20 25	100 24 30	136 28 35	172 32 40
3.5	0 0 0	36 4 5	72 8 10	108 12 15	144 16 20
4.5	7 4 5	43 8 10	79 12 15	115 16 20	151 20 25

n = 6

m = 4

Угол	Приемы			
	I	II	III	IV
1.2	0° 0' 0	45° 4' 5	90° 8' 10	135° 12' 15
1.3	9 4 5	54 8 10	99 12 15	144 16 20
1.4	18 8 10	63 12 15	108 16 20	153 20 25
1.5	27 12 15	72 16 20	117 20 25	162 24 30
1.6	36 16 20	81 20 25	126 24 30	171 28 35
2.3	36 16 20	81 20 25	126 24 30	171 28 35
2.4	27 12 15	72 16 20	117 20 25	162 24 30
2.5	9 4 5	54 8 10	99 12 15	144 16 20

Угол	Приемы			
	I	II	III	IV
2.6	18° 8' 10	63° 12' 15	108° 16' 20	153° 20' 25
3.4	0 0 0	45 4 5	90 8 10	135 12 15
3.5	18 8 10	63 12 15	108 16 20	153 20 25
3.6	27 12 15	72 16 20	117 20 25	162 24 30
4.5	36 16 20	81 20 25	126 24 30	171 28 35
4.6	9 4 5	54 8 10	99 12 15	144 16 20
5.6	0 0 0	45 4 5	90 8 10	135 12 15

n = 7

m = 3

Угол	Приемы			Угол	Приемы		
	I	II	III		I	II	III
1.2	0° 0' 0	60° 4' 5	120° 8' 10	2.6	42° 20' 25	102° 24' 30	162° 28' 35
1.3	8 4 5	68 8 10	128 12 15	2.7	51 24 30	111 28 35	171 32 40
1.4	17 8 10	77 12 15	137 16 20	3.4	34 16 20	94 20 25	154 24 30
1.5	25 12 15	85 16 20	145 20 25	3.5	42 20 25	102 24 30	162 28 35
1.6	34 16 20	94 20 25	154 24 30	3.6	51 24 30	111 28 35	171 32 40
1.7	42 20 25	102 24 30	162 28 35	3.7	0 0 0	60 4 5	120 8 10
2.3	17 8 10	77 12 15	137 16 20	4.5	51 24 30	111 28 35	171 32 40
2.4	25 12 15	85 16 20	145 20 25	4.6	0 0 0	60 4 5	120 8 10
2.5	34 16 20	94 20 25	154 24 30	4.7	8 4 5	68 8 10	128 12 15

Угол	Приемы			Угол	Приемы		
	I	II	III		I	II	III
5.6	8° 4' 5	68° 8' 10	128° 12' 15	6.7	25° 12' 15	85° 16' 20	145° 20' 25
5.7	17 8 10	77 12 15	137 16 20				

n = 8

m = 3

Угол	Приемы			Угол	Приемы		
	I	II	III		I	II	III
1.2	0° 0' 0	60° 4' 5	120° 8' 10	3.5	42° 20' 25	102° 24' 30	162° 28' 35
1.3	8 4 5	68 8 10	128 12 15	3.6	51 24 30	111 28 35	171 32 40
1.4	17 8 10	77 12 15	137 16 20	3.7	25 12 15	85 16 20	145 20 25
1.5	25 12 15	85 16 20	145 20 25	3.8	34 16 20	94 20 25	154 24 30
1.6	34 16 20	94 20 25	154 24 30	4.5	51 24 30	111 28 35	171 32 40
1.7	42 20 25	102 24 30	162 28 35	4.6	42 20 25	102 24 30	162 28 35
1.8	51 24 30	111 28 35	171 32 40	4.7	34 16 20	94 20 25	154 24 30
2.3	17 8 10	77 12 15	137 16 20	4.8	25 12 15	85 16 20	145 20 25
2.4	8 4 5	68 8 10	128 12 15	5.6	0 0 0	60 4 5	120 8 10
2.5	34 16 20	94 20 25	154 24 30	5.7	8 4 5	68 8 10	128 12 15
2.6	25 12 15	85 16 20	145 20 25	5.8	17 8 10	77 12 15	137 16 20
2.7	51 24 30	111 28 35	171 32 40	6.7	17 8 10	77 12 15	137 16 20
2.8	42 20 25	102 24 30	162 28 35	6.8	8 4 5	68 8 10	128 12 15
3.4	0 0 0	60 4 5	120 8 10	7.8	0 0 0	60 4 5	120 8 10

ТАБЛИЦА УСТАНОВОК ЛИМБА ПРИ НАБЛЮДЕНИЯХ СЕТЕЙ ТРИАНГУЛЯЦИИ  
2 КЛАССА ДЛЯ ИНСТРУМЕНТОВ БЕЗ ПОВЕРИТЕЛЬНОЙ ТРУБЫ  
( $m \cdot n = 28, 30, 32$ )

 $n = 2$  $m = 15$ 

Угол	Приемы				
	I	II	III	IV	V
1.2	0° 0' 0	12° 4' 5	24° 8' 10	36° 12' 15	48° 16' 20

Угол	Приемы				
	VI	VII	VIII	IX	X
1.2	60° 20' 25	72° 24' 30	84° 28' 35	96° 32' 40	108° 36' 45

Угол	Приемы				
	XI	XII	XIII	XIV	XV
1.2	120° 40' 50	132° 44' 55	144° 48' 0	156° 52' 5	168° 56' 10

 $n = 3$  $m = 10$ 

Угол	Приемы				
	I	II	III	IV	V
1.2	0° 0' 0	18° 4' 5	36° 8' 10	54° 12' 15	72° 16' 20
1.3	6 4 5	24 8 10	42 12 15	60 16 20	78 20 25
2.3	12 8 10	30 12 15	48 16 20	66 20 25	84 24 30

Угол	Приемы				
	VI	VII	VIII	IX	X
1.2	90° 20' 25	108° 24' 30	126° 28' 35	144° 32' 40	162° 36' 45
1.3	96 24 30	114 28 35	132 32 40	150 36 45	168 40 50
2.3	102 28 35	120 32 40	138 36 45	156 40 50	174 44 55

$n=4$  $m=8$ 

Угол	П р и е м ы							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1.2	0° 0' 0	22° 4' 5	45° 8' 10	67° 12' 15	90° 16' 20	112° 20' 25	135° 24' 30	157° 28' 35
1.3	8 4 5	30 8 10	53 12 15	75 16 20	98 20 25	120 24 30	143 28 35	165 32 40
1.4	15 8 10	37 12 15	60 16 20	82 20 25	105 24 30	127 28 35	150 32 40	172 36 45
2.3	15 8 10	37 12 15	60 16 20	82 20 25	105 24 30	127 28 35	150 32 40	172 36 45
2.4	8 4 5	30 8 10	53 12 15	75 16 20	98 20 25	120 24 35	143 28 35	165 32 40
3.4	0 0 0	22 4 5	45 8 10	67 12 15	90 16 20	112 20 25	135 24 30	157 28 35

 $n=5$  $m=6$ 

Угол	П р и е м ы					
	I	II	III	IV	V	VI
1.2	0° 0' 0	30° 4' 5	60° 8' 10	90° 12' 15	120° 16' 20	150° 20' 25
1.3	6 4 5	36 8 10	66 12 15	96 16 20	126 20 25	156 24 30
1.4	12 8 10	42 12 15	72 16 20	102 20 25	132 24 30	162 28 35
1.5	18 12 15	48 16 20	78 20 25	108 24 30	138 28 35	168 32 40
2.3	12 8 10	42 12 15	72 16 20	102 20 25	132 24 30	162 28 35
2.4	18 12 15	48 16 20	78 20 25	108 24 30	138 28 35	168 32 40
2.5	24 16 20	54 20 25	84 24 30	114 28 35	144 32 40	174 36 45
3.4	24 16 20	54 20 25	84 24 30	114 28 35	144 32 40	174 36 45
3.5	0 0 0	30 4 5	60 8 10	90 12 15	120 16 20	150 20 25
4.5	6 4 5	36 8 10	66 12 15	96 16 20	126 20 25	156 24 30

n = 6

m = 5

Угол	Приемы				
	I	II	III	IV	V
1.2	0° 0' 0	36° 4' 5	72° 8' 10	108° 12' 15	144° 16' 20
1.3	7 4 5	43 8 10	79 12 15	115 16 20	151 20 25
1.4	14 8 10	50 12 15	86 16 20	122 20 25	158 24 30
1.5	21 12 15	57 16 20	93 20 25	129 24 30	165 28 35
1.6	28 16 20	64 20 25	100 24 30	136 28 35	172 32 40
2.3	28 16 20	64 20 25	100 24 30	136 28 35	172 32 40
2.4	21 12 15	57 16 20	93 20 25	129 24 30	165 28 35
2.5	7 4 5	43 8 10	79 12 15	115 16 20	151 20 25
2.6	14 8 10	50 12 15	86 16 20	122 20 25	158 24 30
3.4	0 0 0	36 4 5	72 8 10	108 12 15	144 16 20
3.5	14 8 10	50 12 15	86 16 20	122 20 25	158 24 30
3.6	21 12 15	57 16 20	93 20 25	129 24 30	165 28 35
4.5	28 16 20	64 20 25	100 24 30	136 28 35	172 32 40
4.6	7 4 5	43 8 10	79 12 15	115 16 20	151 20 25
5.6	0 0 0	36 4 5	72 8 10	108 12 15	144 16 20

n = 7

m = 4

Угол	Приемы			
	I	II	III	IV
1.2	0° 0' 0	45° 4' 5	90° 8' 10	135° 12' 15
1.3	6 4 5	51 8 10	96 12 15	141 16 20

n = 7

m = 4

Угол	Премы			
	I	II	III	IV
1.4	12° 8' 10	57° 12' 15	102° 16' 20	147° 20' 25
1.5	19 12 15	64 16 20	109 20 25	154 24 30
1.6	25 16 20	70 20 25	115 24 30	160 28 35
1.7	32 20 25	77 24 30	122 28 35	167 32 40
2.3	12 8 10	57 12 15	102 16 20	147 20 25
2.4	19 12 15	64 16 20	109 20 25	154 24 30
2.5	25 16 20	70 20 25	115 24 30	160 28 35
2.6	32 20 25	77 24 30	122 28 35	167 32 40
2.7	38 24 30	83 28 35	128 32 40	173 36 45
3.4	25 16 20	70 20 25	115 24 30	160 28 35
3.5	32 20 25	77 24 30	122 28 35	167 32 40
3.6	38 24 30	83 28 35	128 32 40	173 36 45
3.7	0 0 0	45 4 5	90 8 10	135 12 15
4.5	38 24 30	83 28 35	128 32 40	173 36 45
4.6	0 0 0	45 4 5	90 8 10	135 12 15
4.7	6 4 5	51 8 10	96 12 15	141 16 20
5.6	6 4 5	51 8 10	96 12 15	141 16 20
5.7	12 8 10	57 12 15	102 16 20	147 20 25
6.7	19 12 15	64 16 20	109 20 25	154 24 30



Угол	Приемы			
	I	II	III	IV
1.2	0° 0' 0	45° 4' 5	90° 8' 10	135° 12' 15
1.3	6 4 5	51 8 10	96 12 15	141 16 20
1.4	12 8 10	57 12 15	102 16 20	147 20 25
1.5	19 12 15	64 16 20	109 20 25	154 24 30
1.6	25 16 20	70 20 25	115 24 30	160 28 35
1.7	32 20 25	77 24 30	122 28 35	167 32 40
1.8	38 24 30	83 28 35	128 32 40	173 36 45
2.3	12 8 10	57 12 15	102 16 20	147 20 25
2.4	6 4 5	51 8 10	96 12 15	141 16 20
2.5	25 16 20	70 20 25	115 24 30	160 28 35
2.6	19 12 15	64 16 20	109 20 25	154 24 30
2.7	38 24 30	83 28 35	128 32 40	173 36 45
2.8	32 20 25	77 24 30	122 28 35	167 32 40
3.4	0 0 0	45 4 5	90 8 10	135 12 15
3.5	32 20 25	77 24 30	122 28 35	167 32 40
3.6	38 24 30	83 28 35	128 32 40	173 36 45
3.7	19 12 15	64 16 20	109 20 25	154 24 30
3.8	25 16 20	70 20 25	115 24 30	160 28 35
4.5	38 24 30	83 28 35	128 32 40	173 36 45
4.6	32 20 25	77 24 30	122 28 35	167 32 40

Угол	Приемы			
	I	II	III	IV
4.7	25° 16' 20	70° 20' 25	115° 24' 30	160° 28' 35
4.8	19 12 15	64 16 20	109 20 25	154 24 30
5.6	0 0 0	45 4 5	90 8 10	135 12 15
5.7	6 4 5	51 8 10	96 12 15	141 16 20
5.8	12 8 10	57 12 15	102 16 20	147 20 25
6.7	12 8 10	57 12 15	102 16 20	147 20 25
6.8	6 4 5	51 8 10	96 12 15	141 16 20
7.8	0 0 0	45 4 5	90 8 10	135 12 15

Примечание. Переход к рабочим установкам лимба должен выполняться аналогично указанному для работы на пунктах триангуляции 1 класса.

## СОСТАВЛЕНИЕ ПРОГРАММ НАБЛЮДЕНИЙ СЛОЖНЫХ БАЗИСНЫХ СЕТЕЙ

Согласно § 91 настоящей Инструкции углы в сложных базисных сетях необходимо измерять по особой программе, устанавливаемой для каждой сети под условием получения наибольшего веса ее выходной стороны. При измерении углов на пунктах сложных базисных сетей инструментом ОТ-02 каждый угол измеряют не менее чем девятью приемами или числом приемов, кратным девяти.

Основной частью составления программы наблюдений сложной базисной сети является вычисление величин  $L_{ik}$ , определяющих значимость каждого угла сети для получения выходной стороны.

Указанные поправки (или величины  $L_{ik}$ ) получают из уравнивания сети, при котором предполагают, что свободные члены всех условных уравнений станций и сети равны нулю и что в базисной сети существует условие сторон, связывающее базис с выходной стороной. Свободному члену этого дополнительного условного уравнения сторон может быть дано любое произвольное значение. Обычно, чтобы сделать коррелату этого дополнительного уравнения равной единице, полагают

$$W_r = [ff_r], \quad (1)$$

т. е. свободный член дополнительного уравнения сторон равен коэффициенту коррелаты этого уравнения в последнем уравнении эквивалентной системы. Величины  $L_{ik}$  достаточно определить в первом приближении.

Перед первым приближением веса всех углов принимаются одинаковыми. Это дает возможность искать необходимые поправки углов (или величины  $L_{ik}$ ) через уравнивание направлений, что значительно упрощает вычисление, так как условия станций исключаются. Веса направлений, соответственно принятому начальному положению о равновесности углов, должны быть взяты пропорциональными числу наблюденных на пунктах направлений.

Общая последовательность всех вычислений по составлению программы наблюдений базисной сети следующая.

1. По известным из рекогносцировочных данных значениям углов сети составляют, как обычно при уравнивании по направлениям, коэффициенты условных уравнений сети и условного уравнения сторон между базисом и выходной стороной базисной сети. Свободные члены всех условных уравнений сети, кроме условных уравнений сторон, принимают равными нулю. Значение свободного члена условного уравнения сторон устанавливают при решении нормальных уравнений согласно формуле (1).

Обратные веса направлений берут обратно пропорциональными числу направлений на станциях.

2. Составляют и решают нормальные уравнения коррелят.

3. Вычисляют поправки направлений  $L_i$  по формуле

$$L_i = k_1 a_i + k_2 b_i + k_3 c_i + \dots + f_i. \quad (2)$$

4. Вычисляют поправки углов или величин  $L_{ik}$ , пропорциональные выгодным весам углов по формуле

$$L_{ik} = L_k - L_i. \quad (3)$$

5. Рассчитывают общее число приемов наблюдения углов во всех комбинациях на всех пунктах сети по формулам:

а) для базисных сетей рядов триангуляции 1 класса

$$S = 18(N - k); \quad (4)$$

б) для базисных сетей триангуляции 2 класса

$$S = 12(N - k), \quad (5)$$

где  $k$  — число пунктов и  $N$  — число всех направлений базисной сети.

6. Определяют выгодное число приемов наблюдений каждого угла, пользуясь формулой

$$P_{ik} = \frac{S}{\sum(L_{ik})} (L_{ik}). \quad (6)$$

7. Получают окончательное рабочее число приемов наблюдений каждого угла путем округления полученных величин  $P_{ik}$  до ближайших значений, кратных шести (девяти).

8. Зная число приемов наблюдений каждого угла, составляют таблицы установок лимба для наблюдений пунктов базисной сети согласно указанию § 91 настоящей Инструкции.

При вычислениях необходимо учитывать, что в формулах (2) и (3) все величины имеют алгебраическое значение, а в формуле (6) — абсолютное.

Заключительный контроль составления и решения нормальных уравнений и вычислений величин  $L_i$  следует производить, пользуясь соотношением

$$[p_i L_i^2] = [ff \cdot r], \quad (7)$$

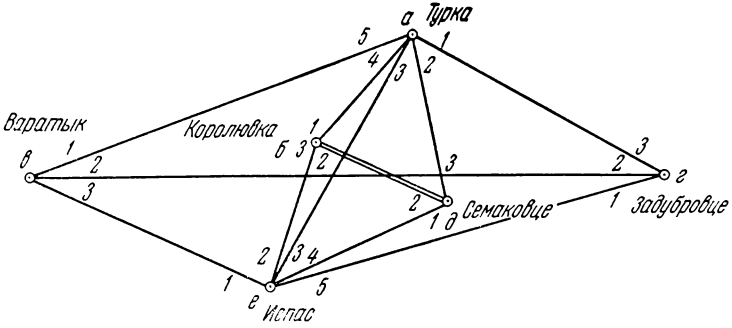
где  $p_i$  — веса направлений, пропорциональные числу направлений на станции.

Кроме того, удобным контролем является равенство нулю сумм значений  $L_i$  для каждого пункта сети и сети в целом.

Составление коэффициентов условных уравнений следует обязательно производить в две руки.

В таблицах 1—5 приводится пример вычисления весов наблюдений сложной базисной сети в виде двойного ромба.

**Вычисление весов наблюдений, выгодных для уравнивания по углам, Коломыйской базисной сети**



Т а б л и ц а 1

**БОКОВЫЕ УСЛОВНЫЕ УРАВНЕНИЯ**

Угол	δ	Угол	δ
------	---	------	---

*Полус Королювка*

3.2 δ	+1,49	2.1 δ	+1,83
4.2 е	+2,30	3.2 е	+20,02
4.3 а	+21,86	4.2 а	+2,14

*Полус Испас*

3.1 а	-0,08	5.3 а	+2,30
2.1 е	+8,44	3.1 е	+2,47
3.1 в	+2,64	3.2 в	+5,78

*Весовая функция (f)*

2.1 б	+0,34	4.2 а	+2,14
3.1 δ	-0,52	4.3 е	+2,85
5.3 е	+1,96	3.1 в	+2,47
5.1 а	-2,07	2.1 в	+6,30

ТАБЛИЦА КОЭФФИЦИЕНТОВ УСЛОВНЫХ УРАВНЕНИЙ И ВЕСОВОЙ ФУНКЦИИ ( $f$ )

Направление	$\frac{1}{p}$ *	1	2	3	4	5	6	7	8	$f$	$S$	$L_4$
1a	0,6											
2a	0,6	-1		-1	-1		-1		+0,08	+2,07	+0,15	-0,545
3a	0,6			+1	+1	-1		+2,14	+2,22	+2,14	+2,28	+0,622
4a	0,6	+1						-21,86			-18,64	-0,257
5a	0,6					+1	+1	+19,72	-2,30	-2,14	+18,58	-0,586
										-2,07	-2,37	+0,765
1б	1	-1								-0,34	-1,34	-0,404
2б	1	+1	-1							+0,34	+0,34	+0,087
3б	1		+1								+1,00	+0,317
1в	1					-1	-1			-2,64	+6,30	+0,646
2в	1						+1			+5,78	-6,30	+0,146
3в	1					+1				-3,14	-2,14	-0,792
1г	1				-1					-5,97	+2,47	-4,50
2г	1						-1			+8,44	+7,44	+0,200
3г	1				+1		+1			-2,47	-2,94	-0,608
1д	1		-1	-1				+1,83		+0,52	+0,35	-0,853
2д	1	-1	+1					-3,32			-3,32	+0,068
3д	1	+1		+1				+1,49		-0,52	+2,97	+0,785
1е	0,6					-1					-1,00	-0,406
2е	0,6		-1					+17,72			+16,72	+0,403
3е	0,6			-1	-1	+1		+20,02		+0,89	-20,13	+0,011
4е	0,6		+1	+1				+2,30		-2,85	+1,45	-0,748
5е	0,6				+1					+1,96	-2,96	+0,739

\* Для удобства вычислений обратные веса увеличены в 3 раза.

## РЕШЕНИЕ НОРМАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

1	2	3	4	5	6	7	8	$f$	$S$	Контроль
+5,20	-2,00	+1,60	—	—	—	+15,358	—	-2,408	+17,750	+17,750
	+5,20	+1,60	—	—	—	-14,402	—	-2,570	-12,172	-12,172
	+4,431	+2,215	+1,20	—	—	-8,495	—	-3,406	-5,345	-5,345
		+4,40	+1,200	-1,20	—	-1,348	+1,332	-4,568	+3,016	+3,016
		+2,800	+4,40	-1,200	—	-1,827	+1,332	-2,079	+0,226	+0,226
			+3,886	-1,20	+1,60	-1,104	+4,784	-5,540	+4,140	+4,140
				-0,686	+1,600	-0,321	+4,213	-4,649	+4,043	+4,043
				+4,40	+1,60	+1,104	-3,212	-7,008	-5,516	-5,516
				+3,765	+1,882	-0,264	-1,898	-8,720	-4,706	-4,707
					+5,20	—	-3,918	-17,554	-13,072	-13,072
					+3,600	—	-4,704	-11,281	-12,384	-12,385
						+971,435	-29,118	-37,020	+904,905	+904,905
						+908,551	-27,768	-37,740	+843,044	+843,043
							+169,348	-58,735	+80,481	+80,481
							+156,194	-72,998	+83,233	+83,196
								+110,645	-24,758	-24,758
							$\frac{1}{k} \cdot \frac{1}{p_f} =$	+8,435	+8,433	
$q+0,0638$	+0,3169	+1,1583	-0,7281	+0,6759	+3,7444	+0,0558	+0,4674			

ЭЛИМИНАЦИОННЫЕ УРАВНЕНИЯ

Т а б л и ц а 4

1	2	3	4	5	6	7	8	f	S	Контроль
-1,0000	+0,3846	-0,3077	—	—	—	-2,9535	—	+0,4631	-3,4135	-3,4135
	-1,0000	-0,4999	—	—	—	+1,9172	—	+0,7890	+1,2063	+1,2063
		-1,0000	-0,4286	+0,4286	—	+0,6525	-0,4757	+0,7425	-0,0807	-0,0807
			-1,0000	+0,1765	-0,4117	+0,0826	-1,0841	+1,1963	-1,0404	-1,0404
				-1,0000	-0,4999	-0,0701	+0,5041	+2,3160	+1,2499	+1,2501
					-1,0000	—	+1,3067	+3,1336	+3,4400	+3,4403
						-1,0000	+0,0306	+0,0415	-0,9279	-0,9279
							-1,0000	+0,4674	-0,5329	-0,5326



## ВЫЧИСЛЕНИЕ ВЕСОВ И ЧИСЛА ПРИЕМОВ

№ угла	$L_{ik}$	$P_{ik}$	Число приемов	№ угла	$L_{ik}$	$P_{ik}$	Число приемов
1.2 <i>a</i>	1,17	14	12	1.2 <i>э</i>	0,21	2	6
1.3 <i>a</i>	0,29	3	6	1.3 <i>э</i>	1,02	12	12
1.4 <i>a</i>	0,04	0	6	2.3 <i>э</i>	0,81	9	12
1.5 <i>a</i>	1,31	15	18		2,04	23	30
2.3 <i>a</i>	0,88	10	12	1.2 <i>д</i>	0,92	11	12
2.4 <i>a</i>	1,21	14	12	1.3 <i>д</i>	1,64	19	18
2.5 <i>a</i>	0,14	2	6	2.3 <i>д</i>	0,72	8	6
3.4 <i>a</i>	0,33	4	6		3,28	38	36
3.5 <i>a</i>	1,02	12	12	1.2 <i>e</i>	0,81	9	12
4.5 <i>a</i>	1,35	16	18	1.3 <i>e</i>	0,42	5	6
	7,74	90	108	1.4 <i>e</i>	0,34	4	6
1.2 <i>б</i>	0,49	6	6	1.5 <i>e</i>	1,14	13	12
1.3 <i>б</i>	0,72	8	6	2.3 <i>e</i>	0,39	4	6
2.3 <i>б</i>	0,23	3	6	2.4 <i>e</i>	1,15	13	12
	1,44	17	18	2.5 <i>e</i>	0,34	4	6
1.2 <i>в</i>	0,50	6	6	3.4 <i>e</i>	0,76	9	12
1.3 <i>в</i>	1,44	17	18	3.5 <i>e</i>	0,73	8	6
2.3 <i>в</i>	0,94	11	12	4.5 <i>e</i>	1,49	17	18
	2,88	34	36		7,57	86	96
				$[(L_{ik})] = 24,95$		288	324

$$\frac{S}{[(L_{ik})]} = \frac{288}{24,95} = 11,54 S = 9 \text{ пр.} \cdot 32 = 288 \text{ приемов}$$

Триангуляция I класса 1954 г.  
Ряд Глухово — Щербинка

**Ж У Р Н А Л**  
**ИЗМЕРЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ УГЛОВ ВО ВСЕХ КОМБИНАЦИЯХ**

*Инструмент ТТ-2''/6'' «Аэрогеоприбор» № 8000.*

Цена одного деления барабана микроскопа-микрометра 2''.

Цена одного деления барабана микрометра главной трубы 1'',00.

Цена одного деления барабана микрометра поверительной трубы 1'',50.

Цена одного деления накладного уровня 2'',5.

Дата 14/VII  $t + 21^\circ$ . Погода ясно. Ветер слабый  
 Время 19 ч 32 мин. Видимость хорошая. Изображения спокойные отчетливые

№ направления, визирная цель, зенитное расстояние	Отчеты по микрометрам		Отсчет по микро-скопам		$\frac{a+b}{2} \mu$ } A среднее } B	Поправки за реф. главной трубы и поверительной. Сумма	Значения в полуприеме	
	главной трубы	поверительной трубы	o ' ,	a   A b   B			на- прав- ления	угла

Микроскоп «Право». Угол. 2, 4. Прием III. Среднее значение угла  $109^\circ 11' 12'' ,6$

2	2,0	1,7	118° 30'	43 <sup>0</sup> ,8	47",8	—		
	2,6	1,3		44 ,0		-2",1		
	1,8	2,1	11,5 21,5	43 ,4	47 ,0	+2 ,2		
			+2,0	43 ,6	47 ,4	+0 ,1		
Гелиотроп $z = 87^\circ 0'$	2,1	1,7				+0 ,2	47",6	
4	98,6	1,5	227 41	51 ,2	52 ,0	—		
	98,1	1,3	13,1 23,1					
	97,4	1,7	-1,2	50 ,8	61 ,3	+2 ,0		12",9
			42	0 ,8	56 ,6	+2 ,0		
Гелиотроп $z = 87^\circ 50'$	98,0	1,5		0 ,5		-0 ,1	61 ,5	
						+3 ,9		
4	1,5	2,1	227 41	53 ,1	55 ,8	—		
	1,8	1,4		52 ,7		-2 ,0		
	2,8	1,8	42	2 ,8	65 ,8	+2 ,3		
				3 ,0		-0 ,1		
	2,0	1,8			60 ,8	+0 ,2	61 ,6	
2	98,6	2,0	118 30	42 ,4	45 ,1	—		
	99,0	1,8		42 ,7		+1 ,4		12 ,4
	98,3	2,0		42 ,0	44 ,1	+2 ,5		
				42 ,1	44 ,6	+0 ,1		48 ,6
	98,6	1,9				+4 ,0		
$M_{cp} = 35,0$						$\Delta = 0'',5$		

Триангуляция 2 класса 1954 г.  
Сеть Южно-Уральская

**Ж У Р Н А Л**  
**ИЗМЕРЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ УГЛОВ ВО ВСЕХ КОМБИНАЦИЯХ**

*Инструмент ОТ-02 «Аэрогеопробор» № 9000.*

Цена одного деления шкалы оптического микрометра  $0'',2$ .

Цена одного деления уровня на алидаде  $7'',0$

Цена деления барабана микрометра поверительной трубы  $1'',45$

Дата 28/VIII  $t$  21°. Погода ясно. Ветер слабый с.-в.  
 Время 18 ч 32 мин. Видимость хорошая. Изображения спокойные.  
 40 мин.

Угол, прием	Круг	№ направле- ния, визир- ная цель	Отсчеты по микрометру			Значения в полуприемах			Среднее значение угла
			поверит. трубы	штрихов лимба	шкалы	поправок за рен и по- верит. трубу, сумма	направлений	углов	
	<i>L</i>	1 в. ц.	0,3	60° 08'	21 <sup>0</sup> ,4				
					21 ,6	+0,5	08' 43",5		
1—2		2 в. ц.	0,6	123 40	35 ,8			63° 32' 28",8	
					35 ,6	+0,9	41 12 ,3		
III									63° 32' 26",6
	<i>R</i>	2	98,0	303 40	37 ,1				
					37 ,4	—2,9	41 11 ,6		
		1	99,0	240 08	24 ,3			63 32 24 ,3	
					24 ,4	—1,4	08 47 ,3		
							$\Delta (L - R) = +4,5$		
	<i>R</i>	3 в. ц.	0,7	57 56	08 ,2				
					07 ,9	+1,0	56 17 ,1		
3—5		5 в. ц.	99,1	189 12	51 ,3			131 17 24 ,4	
					51 ,5	—1,3	13 41 ,5		
V									131 17 23 ,0
	<i>L</i>	5	99,3	9 12	53,0				
					52,7	—1,0	13 44 ,7		
		3	1,1	237 56	10,7			131 17 21 ,6	
					10,8	+1,6	56 23 ,1		
							$\Delta (L - R) = -2,8$		

Триангуляция 3 класса 1954 г.  
Сеть Южно-Уральская

**Ж У Р Н А Л**  
**ИЗМЕРЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ**  
**КРУГОВЫМИ ПРИЕМАМИ**

*Инструмент ТТ-2''/6'' «Аэрогеоприбор» № 8000.*

Цена одного деления барабана микроскопа-микрометра 2''

Цена одного деления накладного уровня 2'',5

Пункт \_\_\_\_\_ Прием \_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_  $t =$  \_\_\_\_\_ Погода \_\_\_\_\_ Ветер \_\_\_\_\_

Время \_\_\_\_\_ ч \_\_\_\_\_ мин. Видимость \_\_\_\_\_ Изображения \_\_\_\_\_

Название направлений	Отсчеты по штрихам лимба	Отсчеты по микрометру		$\frac{a+b}{2} \mu$	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{I+II}{2}$	Значения направлений
		$a \left\{ \begin{array}{l} A \\ B \end{array} \right.$	$b \left\{ \begin{array}{l} A \\ B \end{array} \right.$				
Рудник I	12°03'	10 <sup>0</sup> ,2	10 <sup>0</sup> ,4	10",6	12",3	14,2	0° 0' 0",0
	II	11,8	12,2	14,0			
Ирмино I	61 21	32,0	32,4	34,4	35,6	37,6	49 18 23,0
	II	33,3	33,5	36,8			
Сарыбаш I	117 51	0,8	1,0	1,8	2,4	3,7	105 47 48,8
	II	1,3	1,7	3,0			
Курган I	155 27	14,0	14,3	18,3	20,6	22,3	143 24 07,0
	II	21,4	21,5	22,9			
Нагорное I	203 41	54,2	54,3	58,5	59,4	62,0	191 38 46,3
	II	54,9	60,3	60,2			
Суходол I	264° 18'	44 <sup>0</sup> ,0	44 <sup>0</sup> ,3	48",3	48",4	49",3	252° 15' 33",3
	II	44,1	44,5	48,6			
Елга I	336 08	34,9	40,2	40,1	39,4	40,9	324 05 24,5
	II	34,3	34,4	38,7			
Рудник I	12 03	13,3	13,5	16,8	16,4	16,7	—
	II	12,8	13,1	15,9			

Незамыкание  $\Delta_I = +4",1$ ;  $\Delta_{II} = +1",0$ ;  $\Delta_{ср} = +2",5$ .

Замечания . . . . .

$$\delta_k = \frac{-\Delta_{ср}}{n} (k - 1),$$

где  $\delta_k$  — поправка в направление,  
 $k$  — номер по порядку наблюдаемого направления в приеме,  
 $n$  — число наблюдаемых направлений в приеме.

Триангуляция 4. класса  
Сеть Куйбышевская

**Ж У Р Н А Л**  
**ИЗМЕРЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ**  
**КРУГОВЫМИ ПРИЕМАМИ**

*Инструмент ОТБ № 10 000.*

Цена одного деления шкалы оптического микрометра 1''

Цена одного деления уровня на алидаде 7'',0



Дата 15/VII

 $t+21^{\circ}$ Погода *ясно*Ветер *слабый ю.-в.*Время 16 ч 35 мин. Видимость *хорошая*. Изображения *спокойные и отчетливые*

Название направления		Отсчеты по штрихам лимба	Отсчеты по микрометру		$\frac{a_1+a_2}{2}$ $\mu$	$\frac{\Pi+\Pi}{2}$ $\delta$	Значения направлений
			$a_1$	$a_2$			
Ратники	Л	60°01'	10",2	10",6	10",4	12,2 0,0	0° 0' 0"
	П	240 01	13,8	14,2	14,0		
Унеча	Л	131 49	32,0	32,4	32,2	35,2 -0,7	71 48 22,3
	П	311 49	38,4	38,0	38,2		
Принять	Л	167 18	59,6	60,0	59,8	61,0 -1,5	107 17 47,3
	П	347 19	1,8	2,4	2,1		
Чесноковка	Л	243 35	19,0	19,0	19,0	21,4 -2,2	183 34 07,0
	П	63 35	23,6	24,0	23,8		
Еловая	Л	314 26	35,2	35,4	35,3	37,6 -3,0	254 25 22,4
	П	134 26	39,8	40,2	40,0		
Ратники	Л	60 01	14,6	14,8	14,7	15,9 -3,7	
	П	240 01	17,2	17,0	17,1		

Незамыкание  $\Delta_{\text{Л}} = +4",3$ ;  $\Delta_{\text{П}} = +3",1$ ;  $\Delta_{\text{ср}} = +3",7$ .

$$\delta_k = \frac{-\Delta_{\text{ср}}}{n} (k-1),$$

где  $\delta_k$  — поправка в направление,  
 $k$  — номер по порядку наблюдаемого направления в приеме,  
 $n$  — число наблюдаемых направлений в приеме.

Триангуляция 2 и 3 классов 1954 г.  
Сеть Камская

Ж У Р Н А Л  
ИЗМЕРЕНИЯ ЗЕНИТНЫХ РАССТОЯНИЙ

*Инструмент ОТ-02 № 9000.*

Точность отсчета по вертикальному кругу  $0'',4$

Цена одного деления уровня при вертикальном круге  $12'',5$

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫСОТ ЗНАКА НА ПУНКТЕ ВЫСОКОЕ. ИЗМЕРЕНИЕ  
ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ УГЛОВ**

Стан- ция стоя- ния	Место наведения	Отсчеты по верньерам			$\frac{I+II}{2}$ $\pm 180^\circ$	Углы с линией базиса
		I	II	среднее		
Базисная А	Базисная В	КП 0° 0',0	0',0	0',0	0° 0',4	—
		КЛ 180 0,0	1,5	0,8		
	Верх визирной цели	КП 68 35,0	35,5	35,2	68 35,4	68°35'
		КЛ 248 36,0	35,0	35,5		
	Столик для инструмента	КП 68 37,5	38,0	37,8	68 37,3	68 37
КЛ 248 36,5		37,0	36,8			
Центрировочный столик	КП 68 35,5	36,0	35,8	68 36,2	68 36	
	КЛ 248 36,5	36,5	36,5			
Верх визирной цели	КП 0 3,0	2,0	2,5	0 2,4	72 15	
	КЛ 180 2,5	2,0	2,2			
Базисная В	Столик для инструмента	КП 0 0,5	1,0	0,8	0 0,5	72 17
		КЛ 180 0,0	0,5	0,2		
	Центрировочный столик	КП 0 2,0	1,5	1,8	0 1,6	72 16
КЛ 180 1,5		1,5	1,5			
Базисная А	КП 72 18,0	18,0	18,0	72 17,6	—	
	КЛ 252 17,5	17,0	17,2			

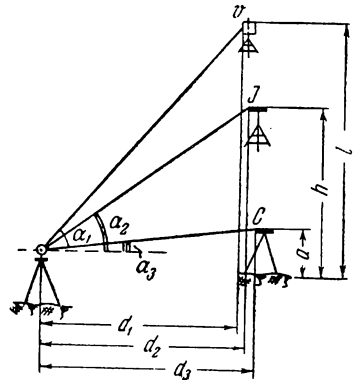
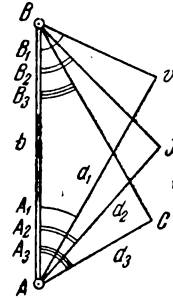
## ИЗМЕРЕНИЕ УГЛОВ НАКЛОНА (НА БАЗИСНОЙ А)

Место наведения	Отсчеты по верньерам			МО	$\alpha$
	I	II	среднее		
Верх визирной цели	КП 26°45' КЛ 333 13	47' 15	26°46' 333 14	0° 0'	26°46'
Столик для инструмента	КП 23 56 КЛ 336 00	54 02	23 55 336 01	359 58	23 57
Центрировочный столик	КП 0 54 КЛ 359 04	56 02	0 55 359 03	359 59	0 56

Таблица 3

## ВЫЧИСЛЕНИЕ ВЫСОТЫ ЗНАКА

Обозначения	Верх визирной цели	Столик для инструмента	Центрировочный столик
$b$	40,00	40,00	40,00
$A$	68°35'	68°37'	68°36'
$B$	72 15	72 17	72 16
$A+B$	140 50	140 54	140 52
$\lg b$	1,60206	1,60206	1,60206
$\lg \sin B$	9,97882	9,97890	9,97886
доп. $\lg \sin (A+B)$	0,19957	0,20019	0,19988
$\lg d$	1,78045	1,78115	1,78080
$\lg \operatorname{tg} \alpha$	9,70278	9,64756	8,21195
$\lg d \operatorname{tg} \alpha$	1,48323	1,42871	9,99275
$a$			1,50
$d \operatorname{tg} \alpha$	30,42	26,84	0,98
$a - d_3 \operatorname{tg} \alpha_3$	0,52	0,52	0,52
Вычисленное	$l = 30,94$	$h = 27,36$	
Измеренное непосредственно	$l = 30,98$	$h = 27,30$	
Среднее	$l = 30,96$	$h = 27,33$	



## Формулы

$$d = b \frac{\sin B}{\sin(A+B)},$$

$$l = d_1 \operatorname{tg} \alpha_1 + (a - d_3 \operatorname{tg} \alpha_3),$$

$$h = d_2 \operatorname{tg} \alpha_2 + (a - d_3 \operatorname{tg} \alpha_3).$$

Высоты определены от марки верхнего подземного центра, но не от верха опознавательного столба.

Примечание. Расстояние от теодолита до проекции точек  $V$ ,  $J$ ,  $C$  разрешается измерять и непосредственно, а затем, учитывая поправки за приведение к горизонту, получать расстояния  $d_1$ ,  $d_2$  и  $d_3$ .

### ИЗМЕРЕНИЕ ЗЕНИТНЫХ РАССТОЯНИЙ

Пункт *Высокое*

Прием *II*

Дата *26/VI*

Погода *пасмурно*

Ветер *слабый*

Время *11 ч 50 мин.*

Видимость *удовлетворительная.*

Изображения *колеблющиеся*

Название направления, место наведения	Отсчеты по вертикальному кругу		Среднее	Место зенита	Зенитное расстояние	
	I	II				
Заречный Верх в. ц.	Л	89° 52' 40"	40"	89° 53' 20"	0° 0' 07"	90° 13' 27"
	П	90 06 23	24	90 06 47		
Городище Верх. в. ц.	Л	90 02 09	10	90 02 19	0 0 11	89 55 33
	П	89 56 56	56	89 57 52		
Рыбное Верх. в. ц.	Л	89 54 12	13	89 54 25	0 0 04	90 11 14
	П	90 04 50	49	90 05 39		
Камень Верх. в. ц.	Л	90 08 20	19	90 08 39	0 0 08	89 42 50
	П	89 50 44	45	89 51 29		

Триангуляция I класса, Звено Глухово — Щербинка

СВОДКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ УГЛОВ НА ПУНКТЕ ОКТЯБРЬСКИЙ № 10  
(СПОСОБОМ ИЗМЕРЕНИЯ УГЛОВ ВО ВСЕХ КОМБИНАЦИЯХ)

Наблюдатель *Пронин В. С.*  
Инструмент ТТ-2"/6" «Аэрогеоприбор», № 8000  
Журнал № 24  
Наблюдения произведены с 12/VII по 15/VII 1954 г.

Трапедия N-38-56  
Тип знака: *сложный сигнал*

Высота над маркой верхнего центра:  
столика для инструмента . . . . . 45,42 м;  
горизонтальной оси инструмента . . . . . 45,76 м;  
верха визирной цели . . . . . 48,24 м

Схема направлений	№ п. п.	Название направления	Уравненные на станции направления	Число направлений и приемов, вес направлений, средние квадратические ошибки
	1	Грачи	0° 0' 0",00	$n = 4$
	2	Костино	72 15 49,00	$m = 9$
	3	Медведка	128 04 17,64	$nm = 36$
	4	Сухой Лог	181 27 02,55	
	5			$\mu = \pm 0",76$
	6			$M = \pm 0",13$
	7	Ориентирный пункт № 1	154 29 33	$d = 341 \text{ м}$
	Ориентирный пункт № 2	265 28 12	$d = 1015 \text{ м}$	

ВЫВОД СРЕДНИХ ЗНАЧЕНИЙ

Дата наблюдений	№ приема	Визирная цель	Микрометр ПЛ	Установка лимба	Значение угла		
					I полу-прием	II полу-прием	среднее
<b>Угол 1.2 (72°15')</b>							
12/VII	I	г	П	0° 0'	48°.1	49°.3	48°.7
	II	г	П	20 06	49.7	49.9	49.8
	III	г	Л	220 11	<del>45.0</del>	<del>46.8</del>	<del>45.9</del>
	IV	г	Л	240 14	49.3	47.6	48.4
14/VII	V	г	П/Л	80 19	<del>50.8</del>	<del>49.8</del>	<del>50.3</del>
	VI	г	Л	280 25	48.2	48.6	48.4
	VII	ф	Л	300 32	46.3	49.7	48.0
	VIII	ф	П	140 35	47.7	48.0	47.8
15/VII	IX	ф	П	160 41	47.2	49.9	48.6
	III bis	ф	П	40 13	48.4	47.6	48.0
	V bis	ф	П	80 17	50.3	48.4	49.4
<b>Среднее . . .</b>					<b>48.36</b>	<b>48.77</b>	<b>48.57</b>
<b>Угол 1.4 (181°27')</b>							
14/VII	I	г	П	13°12'	0°.6	2°.5	1°.6
	II	г	П	33 15	1.7	4.1	2.9
	III	г	Л	233 21	2.3	3.4	2.8
	IV	г	Л	253 24	2.7	3.2	3.0
15/VII	V	ф	П/Л	93 30	0.1	3.7	1.9
	VI	ф	Л	293 36	4.4	2.1	3.2
	VII	ф	Л	313 41	0.8	3.1	2.0
	VIII	ф	П	153 46	3.6	3.8	3.7
	IX	ф	П	173 49	2.9	1.5	2.2
<b>Среднее . . .</b>					<b>2.12</b>	<b>3.04</b>	<b>2.59</b>
<b>Угол 2.4 (109°11')</b>							
14/VII	I	г	Л	258°20'	13°.8	12°.7	13°.2
	II	г	Л	278 26	<del>12.0</del>	<del>9.2</del>	<del>10.1</del>
	III	г	П	118 30	13.1	12.6	12.8
	IV	г	П	138 37	13.5	14.6	14.0
15/VII	V	ф	П/Л	158 41	<del>15.8</del>	<del>14.7</del>	<del>15.2</del>
	VI	ф	Л	358 44	14.7	12.6	13.6
	VII	г	П	198 49	13.1	15.4	14.2
	VIII	г	П	218 55	12.3	15.9	14.1
	IX	г	Л	58 01	14.7	10.6	12.6
	II bis	ф	П	98 25	14.0	10.9	12.4
V bis	ф	П	158 40	13.8	13.4	13.6	
<b>Среднее . . .</b>					<b>13.67</b>	<b>13.19</b>	<b>13.39</b>

ИЗМЕРЕННЫХ УГЛОВ

Дата наблюдений	№ приема	Визирная цель	Микрометр ПЛ	Установка лимба	Значение угла		
					I полу-прием	II полу-прием	среднее
<b>Угол 1.3 (128°04')</b>							
12/VII	I	г	П	6°05'	17",2	18",9	18",0
	II	г	П	26 11	15,8	17,7	16,8
	III	г	Л	226 14	<del>47,9</del>	<del>45,5</del>	<del>46,7</del>
	IV	г	Л	246 20	19,8	18,3	19,0
	V	г	Л/П	266 26	16,3	18,7	17,5
13/VII	VI	φ	П	106 32	21,3	16,4	18,8
	VII	φ	П	126 35	<del>49,4</del>	<del>23,0</del>	<del>24,2</del>
14/VII	VIII	г	П	146 41	17,1	20,1	18,6
	IX	г	П	166 47	18,7	15,3	17,0
15/VII	VII bis	г	Л	126 35	20,7	19,0	19,8
	III bis	г	П	46 15	16,1	18,0	17,0
Среднее . . .					18,02	18,07	18,04
<b>Угол 2.3 (55°48')</b>							
12/VII	I	г	П	85°25'	30",8	28",4	29",6
	II	г	Л	285 29	28,6	27,5	28,0
	III	г	Л	305 36	27,0	27,4	27,2
14/VIII	IV	г	П	145 40	29,8	27,1	28,4
	V	г	П/Л	165 44	27,5	27,9	27,7
	VI	г	Л	365 51	27,7	29,6	28,6
	VII	г	Л	26 56	27,8	28,7	28,2
15/VII	VIII	φ	П	226 02	30,6	28,6	29,6
	IX	φ	П	246 05	29,3	26,5	27,9
Среднее . . .					28,79	27,97	28,36
<b>Угол 3.4 (53°22')</b>							
14/VII	I	г	П	128°05'	<del>43",1</del>	<del>43",9</del>	<del>43",5</del>
	II	г	Л	148 10	<del>48,6</del>	<del>47,9</del>	<del>48,2</del>
	III	φ	Л	348 14	45,5	43,9	44,7
	IV	φ	Л	8 21	44,0	46,6	45,3
	V	φ	П/Л	208 26	42,0	46,1	44,0
15/VII	VI	г	П	228 30	43,1	45,9	44,5
	VII	г	П	248 34	47,0	44,8	45,9
	VIII	г	Л	88 40	45,2	46,2	45,7
	IX	φ	Л	108 45	43,7	45,5	44,6
	II bis	φ	П	148 10	44,5	47,6	46,0
	I bis	φ	Л	128 07	42,5	46,5	44,5
Среднее . . .					44,17	45,83	45,02



## УРАВНИВАНИЕ УГЛОВ, ИЗМЕРЕННЫХ НА СТАНЦИИ

1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8		
48",57	18",04	2",59					28",36	13",39						
48,57	18,04	2,59					28,36	13,39						
49,68	16,93	1,96					29,47	14,02						
49,20	17,57	3,06					28,37	13,38						
Ср. 49,00 $v = -0,43$	17,64 +0,40	2,55 +0,04					28,64 -0,28	13,54 -0,15						
3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	4.5	4.6	4.7	4.8	5.6	5.7	5.8	6.7	6.8	7.8
45",02														
45,02														
44,55														
45,03														
Ср. 44,90 $v = +0,12$														

Средняя квадратическая ошибка угла из I приема  $\mu = \pm \sqrt{\frac{2m \sum v^2}{(n-1)(n-2)}}; \sum v^2 = 0,4618$

Средняя квадратическая ошибка направления, уравненного на станции,  $M = \pm \frac{\mu}{\sqrt{mn}}; n$  — число направлений.

$m$  — число приемов.

15 июля 1961 г. Проверил *Пронин*

ВЫЧИСЛЕНИЕ СРЕДНИХ НАПРАВЛЕНИЙ НА ОРИЕНТИРНЫЕ ПУНКТЫ

№ приема	Грачи	Костино	Ориентирный пункт № 1	Ориентирный пункт № 2
I	0°0'0"	72°45'46"	154°29'31"	265°28'15"
II	0	50	36	10
III	0	47	32	12
Среднее	0 0 0	72 15 48	154 29 33	265 28 12

ТАБЛИЦА ЭЛЕМЕНТОВ ЦЕНТРИРОВКИ И РЕДУКЦИЙ

Название пункта	№ листа	Дата определения	$l$ и $l_1$ (м)	$\theta$ и $\theta_1$	На пункт
Центрировка на пункте					
Октябрьский	51	12/VII	0,117	79°00'	Грачи
	54	16/VII	0,121	79 15	»
Редукция на пунктах					
1. Грачи	46	6/VII	0,080	25 00	Октябрьский
	53	15/VII	0,086	26 30	»
2. Костино	50	10/VII	0,175	193 45	»
	57	20/VII	0,167	193 00	»
3. Медведка	48	8/VII	0,023	134 30	»
	56	20/VII	0,029	135 00	»
4. Сухой Лог	52	12/VII	0,134	317 00	»
	60	25/VII	0,136	317 30	»

ВЫЧИСЛЕНИЕ ПОПРАВК ЗА ЦЕНТРИРОВКУ И РЕДУКЦИИ \*

$\lg \rho'' = 5,3144$   
 $\lg l = 9,0755$   
 $\lg k = 4,3899$

$l = 0,119 \text{ м}; \theta = 79^{\circ}08'$

Обозначения строк	Названия пунктов				Ориентир- ный пункт № 1	Ориентир- ный пункт № 2
	Грачи	Костино	Медведка	Сухой Лог		
$M$	$0^{\circ} 0'$	$72^{\circ} 16'$	$128^{\circ} 04'$	$181^{\circ} 27'$	$154^{\circ} 30'$	$265^{\circ} 28'$
$\theta + M$	79 08	151 24	207 12	260 35	233 38	344 36
$l_1$	$0,083 \text{ м}$	$0,171 \text{ м}$	$0,026 \text{ м}$	$0,135 \text{ м}$	—	—
$\theta_1$	$25^{\circ} 45'$	$193^{\circ} 22'$	$134^{\circ} 45'$	$317^{\circ} 15'$	—	—
$\lg c$	9.9196	9.5929	9.6696	0.0416 <i>n</i>	1.7630 <i>n</i>	0.8076 <i>n</i>
$\lg \sin(\theta + M)$	9.9921	9.6801	9.6600	9.9941 <i>n</i>	9.9059 <i>n</i>	9.4242 <i>n</i>
$\lg k$	4.3899	4.3899	4.3899	4.3899	4.3899	4.3899
доп. $\lg s$	5.5376	5.5229	5.6197	5.6576	7.4672	6.9935
$\lg l_1$	8.9191	9.2330	8.4150	9.1303	—	—
$\lg \sin \theta_1$	9.6379	9.3640 <i>n</i>	9.8514	9.8317 <i>n</i>	—	—
$\lg \rho''$	5.3144	5.3144	5.3144	5.3144	—	—
$\lg r$	9.4090	9.4343 <i>n</i>	9.2005	9.9340 <i>n</i>	—	—
$c$	$+0^{\circ},83$	$+0^{\circ},39$	$-0^{\circ},47$	$-1^{\circ},10$	$-57^{\circ},9$	$-6^{\circ},4$
$r$	$+0,26$	$-0,27$	$+0,16$	$-0,86$	—	—
$c+r$	$+1,09$	$+0,12$	$-0,31$	$-1,96$	$-57^{\circ},9$	$-6^{\circ},4$
$(c+r)_0$	0.00	-0.97	-1.40	-3.05	-59"	-7"

Таблицу составил и поправки вычислил Новоселов 16 июля 1954 г.  
 Проверил Прокин

\* Нелогарифмическое вычисление приведено в приложении 37.

Триангуляция 2 класса, Камская сеть

СВОДКА РЕЗУЛЬТАТОВ НАБЛЮДЕНИЙ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ  
НАПРАВЛЕНИЙ НА ПУНКТЕ ВЫСОКОЕ  
(способом круговых приемов)

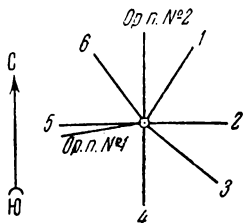
Наблюдатель Федоров И. В.

Инструмент ОТ-02 «Аэрогеоприбор» № 9000

Журнал № 52

Наблюдения произведены с 24/VI по 26/VI 1964 г.

Схема направлений



Трапеция 0-40-12 № 142

Тип знака: *сложный сигнал*

Высота над маркой верхнего центра:

столика для инструмента . . . 27,33 м;  
горизонтальной оси инстру-  
мента . . . . . 27,68 м;  
верха визирной цели . . . . . 30,96 м

№ п. п.	Название направления	Среднее значение измеренных направлений	Число направлений и приемов, средние квадратические ошибки направлений
1	Заречный . . . . .	0° 0' 0",00	$n = 6$ $m = 12$ $\mu = \pm 1",40$ $M = \pm 0",40$
2	Городище . . . . .	63 12 53 ,78	
3	Рыбное . . . . .	107 48 27 ,72	
4	Камень . . . . .	156 20 46 ,81	
5	Алексеево . . . . .	238 37 06 ,31	
6	Перевал . . . . .	291 54 16 ,04	
7	. . . . .		
8	. . . . .		
	Ориентирный пункт № 1	235 43 24	$d = 412 \text{ м}$ $d = 895 \text{ м}$
	Ориентирный пункт № 2	327 15 03	

**ВЫВОД СРЕДНИХ НАПРАВЛЕНИЙ НА ПУНКТЕ ВЫСОКОЕ**  
Начальное направление Заречный = 0°0'0",00

Дата	№ приема	Установка лимба	Городище		Рыбное		Камень		Алексеево		Перевал		Наибольш. величина несаманья	Примечание
			63°12'	v	107°48'	v	156°20'	v	238°37'	v	291°54'	v		
24/V	I	0° 0'	(52",6)	—	<del>20",9</del>	—	(45",3)	—	05",6	—0",71	15",2	—0,84	2,4	
	II	15 3	51,9	—1",88	27,8	+0,08	46,7	—0,11	04,3	—2,01	14,5	—1,54	4,2	
	III	30 8	54,8	+1,02	28,2	+0,48	49,1	+2,29	06,1	—0,21	16,6	+0,54	3,1	
	IV	225 12	50,6	—3,18	(26,5)	—	—	—	(04,5)	—	14,0	—2,04	4,9	
25/V		45 12			(28,8)	—	45,5	—1,31	(06,7)	—			2,1	
24/V	V	240 16	53,6	—0,18	27,6	—0,12	—	—	05,6	—0,71	—	—	—	—
25/V		60 16			(28,3)	—	—	—	(05,7)	—	15,6	—0,44	5,5	
24/V	VI	255 19	55,9	+2,12	(26,1)	—	46,2	—0,61	(09,5)	—	—	—	—	—
25/V		75 20			27,2	—0,52	—	—	07,6	+1,29	—	—	—	—
24/V	VII	255 19	55,9	+2,12	(28,5)	—	—	—	(09,2)	—	17,4	+1,36	2,7	
25/V		75 20			(25,3)	—	47,1	+0,29	(06,6)	—	—	—	—	1,8
	VIII	90 23	54,0	+0,22	26,9	—0,82	—	—	07,9	+1,59	—	—	—	—
		105 28	(53,8)	—	27,4	—0,32	46,1	—0,71	06,7	+0,39	16,2	+0,16	2,4	
	IX	120 32	56,4	+2,62	<del>22,5</del>	—	(45,8)	—	05,9	—0,41	17,1	+1,06	4,2	
		315 36	54,3	+0,52	28,7	+0,98	49,0	+2,19	06,3	—0,01	15,3	—0,74	3,1	
26/V	X	330 40	52,8	—0,98	27,3	—0,42	47,3	+0,49	07,0	+0,69	16,7	+0,66	3,7	
	XI	330 40	52,8	—0,98	29,4	+1,68	45,8	—1,01	04,9	—1,41	17,1	+1,06	2,7	
	XII	165 44	54,2	+0,42	28,5	+0,78	47,5	+0,69	07,8	+1,49	16,8	+0,76	4,1	
	I bis	0 0	(53,4)	—	27,5	—0,22	(46,2)	—	—	—	—	—	—	—
	IX bis	120 32	(54,0)	—	26,2	—1,52	(45,4)	—	—	—	—	—	—	2,1
		I <sub>ср</sub>		53,0	—0,78	—	—	—	45,8	—1,01	—	—	—	2,9
	IX <sub>ср</sub>		53,9	+0,12	—	—	—	45,6	—1,21	—	—	—	—	
	Среднее		53,78		27,72		46,81		06,31		16,04			
	∑(+v)			7,04		4,00		5,94		5,45		5,62		∑ v  = = 56,06
	∑(—v)			7,00		3,96		5,97		5,47		5,60		

№ приема	Заречный	Камень	Ориент. пункт № 1	Ориент. пункт № 2
I	0° 0' 0"	156° 20' 46"	235° 43' 21"	327° 15' 01"
II		50	26	03
III		49	24	05
Среднее	0 0 0	156 20 48	235 43 24	327 15 03

Ср. кв. ошибка направления из 1 при-

$$\text{ема } \mu = k \frac{\sum |v|}{n}$$

Ср. кв. ошибка направления из  $m$  при-

$$\text{емов } M = \frac{\mu}{\sqrt{m}}$$

$n$  — число направлений  
 $m$  — число приемов

Для 6 приемов  $k = 0,23$   
 » 9 »  $k = 0,15$   
 » 12 »  $k = 0,11$   
 » 15 »  $k = 0,08$

ТАБЛИЦА ЭЛЕМЕНТОВ ЦЕНТРИРОВКИ И РЕДУКЦИИ

Название пункта	№ листа	Дата определения	$l$ и $l_1$ (м)	$\theta$ и $\theta_1$	На пункт
Центрировка на пункте Высокое	31	24/VI	0,120	47° 45'	Заречный »
	32	26/VI	0,126	47 30	
Редукция на пунктах:					
1. Заречный	6	15/V	0,024	80 00	Высокое
	45	12/VII	0,030	86 30	»
2. Городище	17	4/VI	0,150	168 45	»
	53	19/VII	0,154	168 15	»
3. Рыбное	14	2/VI	0,090	310 10	»
	21	4/VII	0,096	309 10	»
4. Камень	30	23/VI	0,013	259 00	»
	36	29/VI	0,017	270 45	»
5. Алексеево	29	21/VI	0,038	150 00	»
	34	27/VI	0,046	152 45	»
6. Перевал	10	26/V	0,221	217 00	»
	38	7/VII	0,227	217 00	»

## Триангуляция 2-класса, Камская сеть

## СВОДКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ ЗЕНИТНЫХ РАССТОЯНИЙ

Наблюдатель *Федоров И. В.*

Инструмент ОТ-02 «Аэрогеоприбор» № 9000 журнал № 47

№ 142 Пункт *Высокое*Дата 26/VI 1954 г. Тип знака *сложный сигнал*

Высота над маркой верхнего центра:

инструмента 27,68 м

верха визирной цели 30,96 м

Название направления	Заречный	Городище	Рыбное	Камень	Алексеево	Перевал
место наведения	верх визирной цели	столык для инструмента	верх визирной цели	верх тура	верх визирной цели	верх визирной цели
Приемы I	90° 13' 21"	89° 55' 36"	90° 11' 07"	89° 42' 56"	90° 05' 42"	80° 48' 19"
» II	27	33	14	50	47	23
» III	22	30	08	49	46	17
» IV	26	36	12	53	40	25
Среднее	90 13 24	89 55 34	90 11 10	89 42 52	90 05 44	89 48 21



## СВОДНАЯ ТАБЛИЦА ЭЛЕМЕНТОВ ЦЕНТРИРОВОК И РЕДУКЦИЙ

№ и название пункта, вид приведения	№ листа	Дата определения	Элементы приведения			$\theta$ и $\theta_1$ приведенные к начальному направлению	Направления	
			$i$ и $i_1$ (м)	$\theta$ и $\theta_1$	на пункт		название	значение
35 Подгорный Центрировка	148	21/VIII	0,068	154° 30'	Быково	154° 58'	Быково	0° 00'
	150	26/VIII	0,062	272 00 156 00 273 00	Сосновка Быково Сосновка	156 14	Запрудный Сосновка	54 18 116 33
Редукция	132	28/VII	0,088	249 00 93 30	Степное Быково	93 32	Степное	155 27
	148	21/VIII	0,094	96 30 212 30	Быково Сосновка	96 14	Первомайский	203 54
	150	26/VIII	0,088	97 00 215 00	Быково Сосновка	97 44	Новоселово	278 06
	163	15/IX	0,086	95 00 211 00	Быково Сосновка	94 44		
	36 Таловка Центрировка	139	13/VIII	0,098	215 30 152 30	Подгорный Степное	215 35	Подгорный
140		16/VIII	0,096	212 45 150 00	Подгорный Степное	212 57	Запрудный	87 19
Редукция	127	24/VII	0,103	137 15 245 00	Кордон Подгорный	245 22	Говорово	142 27
	139	13/VIII	0,109	242 15 329 30	Подгорный Запрудный	242 13	Кордон Степное	251 32 296 51
	140	16/VIII	0,100	243 30 330 45	Подгорный Запрудный	243 28		
	157	5/IX	0,108	247 15 334 30	Подгорный Запрудный	247 13		

ОБРАЗЕЦ КАРТОЧКИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ

А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	К	Л	М	Н	О	П	Р	С	Т	У	Ф	Х	Ц
3	Исаювка, дв. пир.	2	h 9,76 м i 4,90 м над маркой 37 562																		
Номер по отчету	(название и № пункта и тип знака)	Класс	Высота знака и высота инструмента над верхним центром	Тип центра и № марки 1 37562			Каменский (район) Журнал № 510, 516, 1957 г. Войсковая часть 08713 Федоров И. И.			Инструмент № 2673 ОТ-02 (фирма, точность) градусный 0",2			Центрировочный лист № 101, 102 l 0,060 м L <sub>1</sub> 0,178 м θ 23°00' θ <sub>1</sub> 16°00' Алексеевка на пункт			Средний меридиан L <sub>0</sub> 39°					
Название наблюдаемых пунктов и тип знака	Класс	Число приемов	Измеренные направления ° ' "	Поправки							Направления, приведенные к центру			Вычисление поправок за центрировку и редукцию							
				s	r	s+r	s+r приведен. к нулю	δ	s+r+δ	s+r+δ приведен. к нулю	сферические ° ' "	на плоскости ° ' "	на плоскости, приведенные к общему нулю ° ' "	M + θ 12 376	S	M + θ <sub>1</sub> 36 715	r				

Группа № 1, журнала 510

Петровка, сигн.	2	15	0 0 0,00	-0,60	+0,73	+0,13	0,00	-0,14	-0,01	0,00	0 0 0,00	0 0 0,00	0 0 0,00	235° 12'	16 843	228° 12'	-1,62
Рябиновка, сигн.	2	15	35 08 16,92	-0,68	-0,01	-0,69	-0,82	-4,42	-5,11	-5,10	35 08 16,10	35 08 11,82	35 08 11,82	270 20	18 291	263 20	-1,99
Орловка, сигн.	2	15	84 56 01,72	-0,43	-4,27	-4,70	-4,83	-7,65	-12,35	-12,34	84 55 56,89	84 55 49,38	84 55 49,38	320 08	18 331	313 08	-1,46
Алексеевка, пир.	2	15	147 48 12,14	+0,35	-0,08	+0,27	+0,14	-3,02	-2,75	-2,74	147 48 12,28	147 48 09,40	147 48 09,40	23 00	13 637	16 00	+0,74
Пустоши, сигн.	2	15	203 49 36,49	-1,01	-0,22	-0,79	+0,66	+2,18	+2,97	+2,98	203 49 37,15	203 49 39,47	203 49 39,47	79 02	12 031	72 02	+2,90

Вычислял

Читал

Слушал

Принял

Карточка №

Начальник отделения

Всего

ОБРАЗЕЦ КАРТОЧКИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ

М	Н	О	П	Р	С	Т	У	Ф	Х	Ц	Ч	Ш	Щ	Э	Ю	Я	
кой (район) № 510, 516, 57 г. а часть 08713 ров И. И.		Инструмент № 2673 ОТ-02 (фирма, точность) градусный 0",2		Центрировочный лист № 101, 102 l 0,060 м l <sub>1</sub> 0,178 м 0 23°00' 0 <sub>1</sub> 16°00' Алексеевка на пункт на пункт		Средний меридиан L <sub>0</sub> 39°			М-37-38-В трапеция 1 : 50 000 Первая руки 1957 г.								
		Направления, приведенные к центру			Вычисление поправок за центрировку и редукцию				Приближенные координаты, км		Высота инструм. над верх. цент- ром	Измеренные zenithные расст. 0,74	Высота точки визирования, м	Точка визирования			
с+r+d	с+r+d приведен. к нулю	сферические 0''	на плоскости 0''	на плоскости, приведенные к общему нулю 0''	M + 0 12 376	S	M + 0 <sub>1</sub> 36 715	r	x 5 623,71	y -165,79							

Группа № 1, журнал 510

-0,01	0,00	0 0 0,00	0 0 0,00	0 0 0,00	235° 12'	16 843	228° 12'	-1,62	5 623,37	-148,95	4,90	90 13 27	25,45	Верх. в. п.
-5,11	-5,10	35 08 16,10	35 08 11,82	35 08 11,82	270 20	18 291	263 20	-1,99	612,88	-151,05	4,90	89 55 33	20,19	Верх. в. п.
-12,35	-12,34	84 55 56,89	84 55 49,38	84 55 49,38	320 08	18 331	313 08	-1,46	605,41	-164,55	4,90	90 11 14	25,17	Верх. в. п.
-2,75	-2,74	147 48 12,28	147 48 09,40	147 48 09,40	23 00	13 637	16 00	+0,74	616,68	-177,48	4,90	98 42 50	9,57	Верх. в. п.
+2,97	+2,98	203 49 37,15	203 49 39,47	203 49 39,47	79 02	12 031	72 02	+2,90	628,79	-176,70	4,90	89 57 15	20,15	Верх. в. п.

Принят

Карточка №

Начальная отделка

Всего карточек на пункт

Название наблюдасмых пунктов и тип знака	Класс	Число приемов или вес	Измеренные направления о' "	Поправки							Направлен
				s	r	s+r	s+r приведен. к нулю	δ	s+r+δ	s+r+δ приведен. к нулю	сферические о' "

*Группа № 2, жур*

Вишенка, пир.	3	12	0 0 0,00	-1,3	-0,3	-1,6	0,0	-3,2	-4,8	0,0	0 0 0,00
Урусовка, сигн.	3	12	71 41 55,2	+0,5	+0,1	+0,6	+2,2	-1,8	-1,2	+3,6	71 41 57,4
Алексеевка, пир.	2	12	79 02 46,1	+0,4	-0,1	+0,3	+1,9	-3,0	-2,7	+2,1	79 02 48,0

*Группа № 3, жур*

Вишенка, пир.	3	3	0 0 0	-1	0	-1	0	-3	-4	0	0 0 0
Алексеевка, пир.	2	3	79 02 44	0	0	0	+1	-3	-3	+1	79 02 45
Ориент. пункт № 1		3	85 56 23	+10	--	+10	+11		+10	+14	85 56 34
Ориент. пункт № 2		3	100 25 30	+12	--	+12	+13		+12	+16	100 25 43

Вычислял *Иванова*

Читал *Сидорова*

Слушал *Иванова*

Притял *Важутил*

Поправки						Направления, приведенные к центру			Вычисление поправок за центрировку и редукцию				Приближенные координаты, м		Высота инструм. над верх. центром	Измеренные zenithные расст.	Высота точки вивирования, м	Точка вивирования
$r$	$c+r$	$c+r$ приведен. к нулю	$\delta$	$c+r+\delta$	$c+r+\delta$ приведен. к нулю	сферические	на плоскости	на плоскости приведенные к общему нулю	$M_0 + \theta$	$S$	$M_0 + \theta_1$	$r$	$x$	$y$				

Группа № 2, журнал № 516

0	-0.3	-1.6	0.0	-3.2	-4.8	0.0	0 0 0,00	0 0 0,0	68 45 21,2	303 57	8 134	296 57	-4,0	5 616,07	-163,00	4,90	89 15 17	10,20	Верхн. в. ц.
5	+0.1	+0.6	+2.2	-1.8	-1.2	+3,6	71 41 57,4	71 41 58,8	140 27 20,0	15 39	6 781	8 39	+0,8	619,50	-171,11	4,90	90 00 05	15,75	Верхн. в. ц.
4	-0.1	+0.3	+1.9	-3.0	-2.7	+2,1	79 02 48,0	79 02 48,2	147 48 09,4	23 00	13 637	16 00	+0,7	616,68	-177,48	4,90	89 42 55	9,57	Верхн. в. ц.

Группа № 3, журнал № 516

0	-1	0	-3	-4	0	0 0 0	0 0 0	68 45 21								4,90	89 15 12	10,12	Верхн. в. ц.
0	0	+1	-3	-3	+1	79 02 45	79 02 43	147 48 06								4,90	89 42 50	9,57	Верхн. в. ц.
-	+10	+11		+10	+14	85 56 34	85 56 37	154 41 58	29 53	610									
	+12	+13		+12	+16	100 25 43	100 25 46	160 11 07	44 22	700									

Исполнители: Читал Сидорова      Слушал Иванова      Принял Вазутин      Карточка № 1      Начальник отделения      Всего карточек на пункт 1

## СХЕМА ЗВЕНА ТРИАНГУЛЯЦИИ 1 КЛАССА ГЛУХОВО — ЩЕРБИНКА

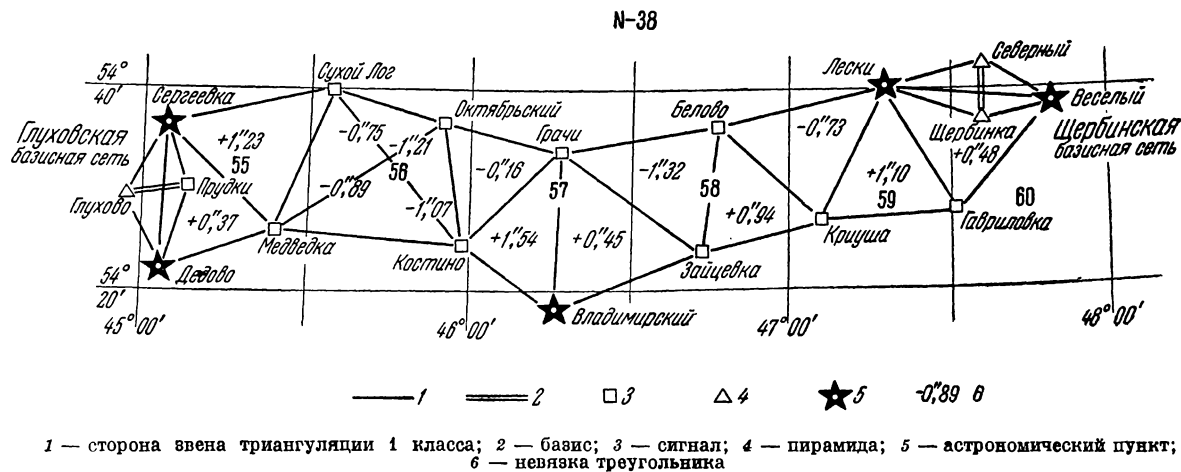
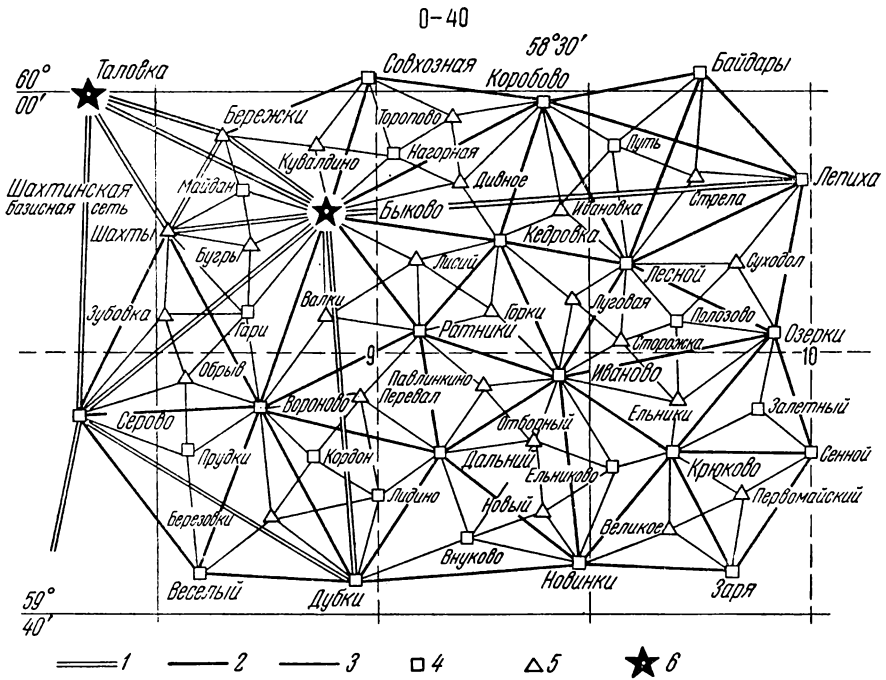


СХЕМА КАМСКОЙ СЕТИ ТРИАНГУЛЯЦИИ 2 И 3 КЛАССОВ



1 — сторона триангуляции 1 класса; 2 — сторона триангуляции 2 класса; 3 — сторона триангуляции 3 класса; 4 — сигнал; 5 — пирамида; 6 — астрономический пункт.

## ЦЕНТРИРОВОЧНЫЙ ЛИСТ № 21

## Полигонометрия 1 класса. Ряд (сеть) Кашира — Киржач

Трапедия 0-40-15  
20 июня 1961 г.

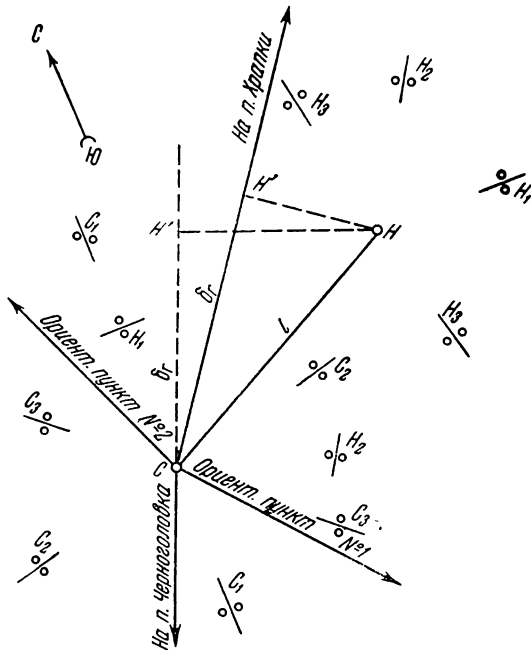
Пункт Головино, сл. сигнал

Контрольный угол Храпки — Головино — Черноголовка  
На чертеже  $167^{\circ}00'$   
Из наблюдений  $166\ 31$ 

Элементы центрировки:

 $\delta_c = \dots$  м на пункт .....  
 $\delta_c = \dots$  м на пункт .....

Элементы редукции:

 $\delta_r = +0,074$  м на пункт Храпки  
 $\delta_r = -0,071$  м на пункт ЧерноголовкаОпределение производил *Иванов*. Проверил *Петров*  
Обозначение проекций:

С — центр пункта;

I — точка относимости светодальномера;

H — точка относимости отражателя.

**Примечание.** Знак величины  $\delta_c$  ( $\delta_r$ ) будет положительным, если основание перпендикуляра (точка  $I'$  или  $H'$ ) находится на линии, проведенной из проекции центра пункта на пункт стояния светодальномера или отражателя, и отрицательным, если основание перпендикуляра находится на продолжении этой линии.



---

(министерство, ведомство)

---

(организация)

---

(экспедиция, отряд)

196 г.

**Ж У Р Н А Л № \_\_\_\_\_**  
**ИЗМЕРЕНИЯ ДЛИН СТОРОН СВЕТОДАЛЬНОМЕРом ЭОД-1**  
**Ряд (сеть) Кашира — Киржач 1 класса**

Наблюдатели: 1. *Иванов И. И.*  
2. *Петров П. П.*  
Вычисляли: 1. *Петров П. П.*  
2. *Иванов И. И.*

Журнал принят: Нач. партии. *Павлов А. Ф.*

(должность, фамилия, подпись)

Адрес организации \_\_\_\_\_

**ИНСТРУМЕНТЫ, ПРИБОРЫ И ИХ ПОСТОЯННЫЕ**

**Светодальномер ЭОД № 05 завод ЭОМЗ**

**Постоянные:**

Дата	Место и способ определения	К	Примечание
20. IV. 64	Полигон	-0,500	

**Отражатели:**

Тип и номер	Постоянная, м	Примечание
Зеркально-линзовый № 05	-0,370	
№ 06	-0,350	

**Метеорологические приборы:**

Психрометр № 24131 \_\_\_\_\_ (номер, тип, завод)

Психрометр № 24132 \_\_\_\_\_

Анероид № 11259 \_\_\_\_\_

Анероид № 11260 \_\_\_\_\_

Анероид № 11271 \_\_\_\_\_

**Данные о центрировке и редукции**

Пункт стояния дальномера *Восточный*

Высота над центром пункта *27,33 м*. Отметка центра пункта *235,6 м*.

Магнитный азимут с пункта *Восточный* на пункт *Никольское 20° 15'*  
на пункт *Головино 195 30*

Центрировка:

Лист № 1  $\delta_c = +0,008$  м на пункт *Никольское* Дата *22. V. 64 г.*

Лист № 2  $\delta_c = +0,012$  м на пункт *Никольское* Дата *24. V. 64 г.*

$\delta_{ср} = +0,010$  м

Пункт стояния отражателя № 05 *Никольское*

Высота над центром пункта *20,75 м*. Отметка центра пункта *190,1 м*

Редукция:

Лист № 3  $\delta_r = +0,336$  м на пункт *Восточный* Дата *21. V. 64 г.*

Лист № 4  $\delta_r = +0,339$  м на пункт *Восточный* Дата *27. V. 64 г.*

$\delta_{r,ср} = +0,338$  м

Программа измерений

Диапазон I

Номера нулей	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Отсчет по шкале плавного генератора	406	1129	1915	2768	3691					

Наблюдают нулевые установки  $i = 1; j = 4$

Диапазон II

Номера нулей	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Отсчет по шкале плавного генератора	458	1188	1975	2815	3726					

Наблюдают нулевые установки  $i = 1; j = 4$

Таблица 1

Пункт стояния *Восточный*

Измеряемая линия *Восточный — Никольское*

Месяц и число *22/23 мая 1964 г.*

Погода *облачно, слабый ветер*

Начало измерения *23<sup>h</sup>29<sup>m</sup>*

Видимость *хорошая*

Конец измерения *23<sup>h</sup>40<sup>m</sup>*

Качество отраженного сигнала *четкое*

Диапазон II

Прием III, установка . № 2

Место измерения	Время	Температура		Давление							
		$t_c$	$t_m$	№ анероида	$P'$	$P''$	Поправки			$P$	$P_{ср}$
							шкал.	темп.	добав.		
Дальн.	23 <sup>h</sup> 23 <sup>m</sup>	+7,0	+5,8	11 259	730,5	6,9	-0,2	-0,1	+0,3	730,5	730,4
	36	+7,4								11 260	
	Ср.	+7,2									
Отр.	23·23	7,0	5,8							732,4	732,4
	36	7,0									
	Общ. ср.	7,1								Ср.	731,4



## ВЫЧИСЛЕНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ РАССТОЯНИЯ

	Предварит.	Окончат.	Окончат. — предварит., = $\Delta_{\text{мет}}$	$\frac{v_0}{4f}$	7,8224222
$\Delta D_{t, P}$	+0,193	+0,188		$N$	1520
$\Delta D_e$	+0,003	+0,003		$N \cdot \frac{v_v}{4f}$	11890,082
$\Sigma$	+0,196	+0,191		$l$	+0,208
$D'_T \cdot 10^{-4}$	1,18	1,18		$\Delta D'_{\text{мет}}$	+0,231
$\Delta D_{\text{мет}}$	+0,231	+0,225	-0,006	$D''$	11890,521

Каждый прием измерения расстояния записывают на отдельной странице (табл. 1). Вверху страницы пишут дату, время начала и конца приема, состояние погоды и условия видимости, а также номер приема и номер установки. Показания психрометра и анероидов записывают в соответствующих графах. В эти же графы выписывают поправки и затем вычисляют среднюю температуру и среднее давление.

Отсчеты по шкале плавного генератора и по пересчетному устройству записывают в первых двух графах табл. 2. В третьей графе пишут отсчеты по шкале фазовращателя при 4 фазовых положениях при наблюдении отражателя, а в четвертой — при наблюдении калибровочной линии при отсчете по ней, равному  $l_1$ .

В 5 и 6 графах записывают отсчеты повторных наблюдений отражателя и калибровочной линии при отсчете, равном  $l_2$ .

В каждой графе вычисляют среднее из 4 отсчетов с точностью до 0,1 деления, а затем из двух результатов наблюдения отражателя вычисляют среднее. Отсчет по калибровочной линии  $l$ , соответствующий среднему отсчету по фазовращателю при наблюдении отражателя, вычисляют линейным интерполированием с точностью до миллиметра.

Длину измеренной линии вычисляют двумя этапами: 1) вычисляют числа целых циклов (табл. 3) и 2) вычисляют длину линии (табл. 4). Число целых циклов для данной линии вычисляют один раз, а длину линий — по результатам измерения каждым приемом.

Число целых циклов  $N$  вычисляют по формулам:

$$n = \frac{\Delta f}{\delta f} (j - i) + 0,00013 \frac{\Delta f}{\delta f} (l_i - l_j);$$

$$N = n \frac{f}{\Delta f},$$

где  $n$  — разность чисел целых циклов при двух измерениях в первом и втором частотных диапазонах;

СВОДНАЯ ВЕДОМОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ РАССТОЯНИЙ МЕЖДУ ПУНКТАМИ ВОСТОЧНЫЙ—НИКОЛЬСКОЕ

Дата	Время	№ приема	Диапазон	$D''$ , м	$\Delta_{\text{мет}}$ , м	$\Sigma \Delta D + K$ , м	$D$ , м	$v$ , мм
22—23.V.64	22 <sup>h</sup> 46 <sup>m</sup>	1	II	11 890,489	+0,002	—0,514	11 889,977	—18
	23 10	2	II	,527	—0,005		11 890,008	+13
	23 29	3	II	,521	—0,006		,001	+6
	0 45	4	II	,495	—0,006		11 889,975	—20
	1 06	5	I	,536	—0,008		11 890,014	+19
	1 48	6	I	,530	—0,009		,007	+12
23—24.V.64	23 10	7	I	,519	—0,003	,002	+7	
	23 30	8	I	,531	—0,005	,012	+17	
	23 49	9	I	,503	—0,004	11 889,985	—10	
	0 26	10	I	,497	—0,006	,977	—18	
	0 59	11	II	,502	—0,006	,982	—13	
	1 10	12	II	,523	—0,007	11 890,002	+7	
						Среднее	11 890,995	

$$\mu = \pm \sqrt{\frac{\sum v^2}{n-1}} = \pm 15 \text{ мм}; \quad M = \pm \frac{\mu}{\sqrt{n}} = \pm 4 \text{ мм}; \quad \frac{M}{D} = 1 : 3\,000\,000$$

$\Delta f$  — разность частот двух измерений в первом и втором частотных диапазонах;

$\delta f$  — разность частот при нулевых установках с номером  $i$  и номером  $j$  при измерениях в одном и том же частотном диапазоне;

$l_i - l_j$  — проинтерполированные отсчеты по калибровочной линии при установках с номерами  $i$  и  $j$ , выраженные в миллиметрах,

$f_i$  — частота при нулевой установке с номером  $i$ .

Частота модуляции света определяется по формуле

$$f = 4 [2500 \text{ кгц} \pm (100 \text{ кгц} + F)],$$

где  $F$  — отсчет по устройству для измерения частоты; знак плюс соответствует первому диапазону, знак минус — второму.

При вычислении чисел целых циклов частоты  $f$  и их разности входят в числитель и знаменатель, коэффициент 4 — сокращается, а следовательно, вычисления можно вести по учетверенным частотам, т. е. результаты квадратной скобки на четыре не умножать.

Вычисление чисел  $N$  ведут на отдельной странице.

В первой графе для обоих частотных диапазонов выписывают номера нулевых установок, во второй — отсчеты по пересчетному устройству; в третьей — вычисленные по формуле учетверенные частоты. В последней графе для контроля отмечают четность чисел  $N$ .

Затем определяют  $(j - i)$ ,  $\delta f$  и  $\Delta f$ . Разность чисел  $n$  вычисляют по вышеприведенной формуле. Вычисленное значение  $n$  обязательно округляют до единицы.

Числа  $N$  вычисляют дважды для установок с номерами  $i$  и  $j$ , во втором частотном диапазоне.

Для установок в первом частотном диапазоне числа целых циклов равны

$$N_1 = N_2 + n.$$

Полученные значения  $N$  обязательно округляют до целого числа.

Длины линий вычисляют по каждому приему измерений на тех же страницах журнала, на которых записаны результаты наблюдений.

Длины вычисляют по формуле

$$D = N \frac{v_0}{4f} + l + K + \sum \Delta D,$$

где  $N$  — число целых циклов;

$v_0$  — скорость света при стандартном состоянии атмосферы ( $P = 760 \text{ мм рт. ст.}, t = 0^\circ \text{ C}, e = 0$ );

$f$  — частота;

$l$  — отсчет по калибровочной линии;

$K$  — постоянная дальномера;

$\sum \Delta D$  — поправки за температуру и давление, за влажность воздуха, за фокусировку, за центрировку дальномера, редукцию отражателя, за постоянную отражателя.

По отсчету устройства для измерения частоты  $F$  из таблиц выбирают длину цикла  $\left(\frac{v_0}{4f}\right)$ , которую выписывают до единицы семь-

мого знака, ниже пишут значение числа  $N$  для данного приема и вычисляют произведение  $N \frac{v_0}{4f}$  с точностью до 0,001 м.

Поправку за давление и температуру  $\Delta D_{tP}$  и поправку за влажность  $\Delta D_e$  выбирают из таблиц. В таблицах эти поправки даны на длину 10 км. Сумму поправок умножают на длину линии, выраженную в десятках километров, и произведения выписывают с точностью до миллиметра. Поправки за центрировку ( $\Delta D_c$ ) и редукцию ( $\Delta D_r$ ) выписывают из листов графического определения элементов приведения. Постоянную поправку  $K$  дальномера и постоянную отражателя выписывают из паспорта дальномера.

На каждой странице журнала длина  $D$  вычисляется с учетом метеорологических элементов, измеренных в точке стояния светодальномера. Результаты этих предварительных вычислений вносят в сводную ведомость. После получения результатов измерения температуры и давления воздуха у отражателя и внесения этих данных в журнал измерений вычисляют окончательную поправку  $\Delta D_{мет}$  и сумму значений постоянных поправок для данной линии ( $\varepsilon \Delta D + K$ ). Разность  $\Delta_{мет}$  между окончательной и предварительной поправками выписывают в сводную ведомость. На этом заканчивают составление сводной ведомости, определяют среднее значение измеряемого расстояния и проводят оценку точности.

---



\_\_\_\_\_ (министерство, ведомство)

\_\_\_\_\_ (организация)

\_\_\_\_\_ (экспедиция, отряд)

Объект \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ ряд (сеть)

196\_\_\_\_\_ г.

**Ж У Р Н А Л**  
**ИЗМЕРЕНИЯ ДЛИН СТОРОН РАДИОДАЛЬНОМЕРОМ**

Операторы: 1. *Григорьев А. Н.*  
2. *Вернов М. И.*  
3. *Щербаков В. С.*  
Вычисляли: 1. *Щербаков В. С.*  
2. *Золотов В. В.*  
3. *Смирнов Ю. К.*

Журнал принят: *Николаев А. И.*

\_\_\_\_\_ (фамилия, подпись)

Адрес организации \_\_\_\_\_

Радиодальномер РДГ  
ст. ведущая 20

ст. ведомая 21  
ст. ведомая 22

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ НУЛЬПУНКТА

Дата. Место определения	Поправки	
	$K_1$	$K_2$
	Ст. № 20 — № 21	Ст. № 20 — № 22
15.04.64 Москва	+0,285 м	+0,238 м

Психрометр № 3533  
Психрометр № 8321  
Психрометр № 73531  
Психрометр №

Анероид № 327  
Анероид № 1426  
Анероид № 2102  
Анероид №

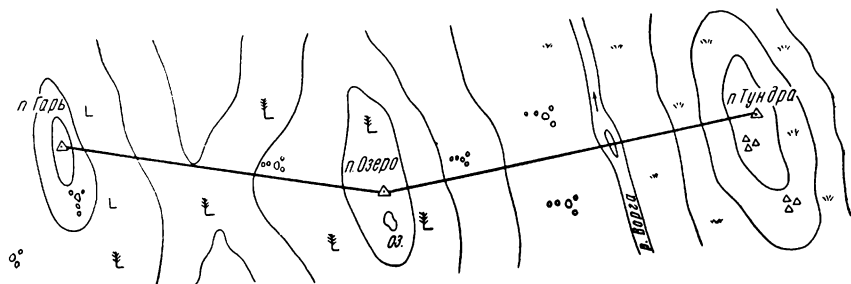
Ст. № 20  
Ст. № 21  
Ст. № 22  
Ст. №

## ДАННЫЕ О ЦЕНТРИРОВКЕ

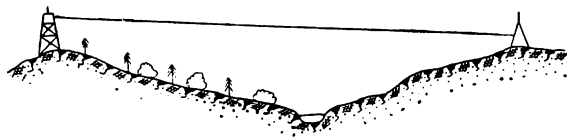
Название пункта	Класс	№ станции	Центрировка					Отметка центра пункта, м	Высота над центром, м
			№ листа	Дата	$\delta_c$ , м	На пункт, № станции	Магнитный азим.		
Озеро	2	20	3	25. 07. 64	-0.303	Тундра 21	87° 30'	90,4	10,34
Озеро	2	20	5	26. 07. 64	-0.307	Тундра 21	87 30	90,4	10,34
				Ср.	-0.305				
Озеро	2	20	4	25. 07. 64	+0.290	Гарь 22	275° 00'	90,4	10,34
Озеро	2	20	6	26. 07. 64	+0.294	Гарь 22	275 00	90,4	10,34
				Ср.	+0.292				
Тундра	2	21	53	25. 07. 64	+0.090	Озеро 20	267° 00'	20,3	3,51
Тундра	2	21	55	26. 07. 64	+0.098	Озеро 20	267 00	20,3	3,51
				Ср.	+0,094				
Гарь	1	22	103	25. 07. 64	+0.151	Озеро 20	95° 15'	120,7	8,20
Гарь	1	22	105	26. 07. 64	+0.164	Озеро 20	95 15	120,7	8,20
				Ср.	+0.158				

## Схема расположения станций

Масштаб 1 : 300 000



### Профиль местности по линии: Озеро — Тундра ~ 18,0 км

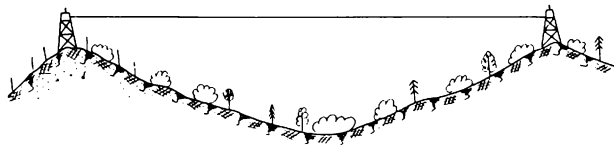


Масштаб горизонтальный  
1 : 200 000  
вертикальный  
1 : 5000

#### Характеристика трассы

Луч проходит над слабо всхолмленной местностью, пересекаемой речкой, текущей с юга на север. Линия делится речкой на 2 части. Западная часть покрыта кустарником и угнетенным лесом, высотой 6—8 м. Восточная часть — открытая тундра

### Профиль местности по линии: Озеро — Гарь ~ 16,5 км



Масштаб горизонтальный  
1 : 200 000  
вертикальный  
1 : 5000

#### Характеристика трассы

Луч проходит над слабо всхолмленной местностью, покрытой кустарником и угнетенным смешанным лесом.

## Прием 1

Дата 25. 07. 64 г.

Линия Озеро — Тундра  
 Оператор ведущей Григорьев А. Н.  
 ведомой Вернов М. Н.

Помощник ведущей Золотов В. В.  
 ведомой Смирнов Ю. К.

## Разрешение неоднозначности

+π				-π			
+A 75 B 56	+A 75 C 71	+A 75 D 19	+A 75 -A 28	+A 26 B 06	+A 26 C 21	+A 26 D 68	+A 26 -A 77
19	04	56	147/2	20	05	58	149/2
1 2	0	5	73,5	1 2	0	5	74,5

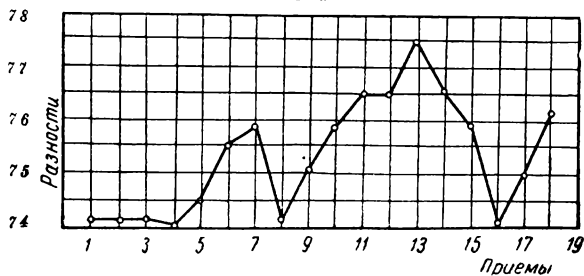
## Метеорологические данные

Облачность Кучевая низкая  
 Осадки нет

Видимость хорошая, 25—30 км  
 Ветер южный, умеренный

№ станции	$t_c$	$t_{вл}$	Давление						
			№ баром.	$P$ измер.	$t$ баром.	Поправки			$P_{норм}$
						шкал.	темпр.	добав.	
20	25,2	18,2	327	738,7	25	+0,3	-1,0	-1,0	737,0
	24,9	18,1		738,6	25	+0,3	-1,0	-1,0	736,9
21	26,4	19,2	1426	747,0	27	+0,3	-0,9	-0,5	745,9
	26,3	18,9		747,0	27	+0,3	-0,9	-0,5	745,9
$t_{ср} =$	25,7	18,6	$h/a = 0,000667 M =$				$P_{ср} =$		741,4
$\Delta t_{ср} =$	0,0	0,0	$N =$		$E' =$				
$t_{ср. оюн} =$	25,7	18,6	$P \cdot h/a \cdot (t_c - t_{вл}) =$				$P_{ср} \cdot (t_c - t_{вл}) =$		
$(t_c - t_{вл}) =$	7,1		$e =$				$C =$		
			$+ P \cdot M =$				$D' =$		
			$+ e \cdot N =$						
			$\Delta n =$						

График



## ТОЧНЫЕ ОТСЧЕТЫ

Начало: 15<sup>h</sup>51<sup>m</sup>Конец: 15<sup>h</sup>57<sup>m</sup>

№ п. п.	№ дел	(+A) <sub>+π</sub>	(-A) <sub>+π</sub>	I II	$\frac{I + II}{2}$	1/2		Ведущ.	Ведом.
		(+A) <sub>-π</sub>	(-A) <sub>-π</sub>						
		1	2	3	4	5			
1	1/2	76,0	29,0	1 47,0	1 48,5	74,2	Клистрон АРУ Стабиловольт.	12	26
		27,0	77,0	1 50,0					
2		75,0	28,0	47,0	48,5	74,2		60	90
		27,0	77,0	50,0					
3		75,0	27,0	48,0	49,5	74,8		42	47
		27,5	76,5	51,0					
4		74,0	29,0	45,0	48,2	74,1			
		26,5	78,0	51,5					
5		75,5	27,0	48,5	49,0	74,5			
		27,5	77,0	49,5					
6		75,5	26,5	49,0	51,0	75,5			
		28,0	75,0	53,0					
7		76,0	26,0	50,0	51,5	75,8			
		28,0	75,0	53,0					
8		75,0	27,0	48,0	48,5	74,2			
		27,0	76,0	49,0					
9		75,0	26,5	48,5	50,2	75,1			
		28,0	76,0	52,0					
10		76,0	26,0	50,0	51,8	75,9			
		29,0	75,5	53,5					

№ п. п.	№ дел	$(+A)_{+\pi}$	$(-A)_{+\pi}$	I II	$\frac{I+II}{2}$	1/2		Ведущ.	Ведом.
		$(+A)_{-\pi}$	$(-A)_{-\pi}$		4				
		1	2	3	4	5		6	7
11		77,0	26,0	51,0	53,0	76,5	Клистрон АРУ Стабиловольт.		
		29,0	74,0	55,0					
12		77,0	26,0	51,0	53,2	76,6			
		29,5	74,0	55,5					
13		78,0	24,5	53,5	55,2	77,6			
		30,0	73,0	57,0					
14		77,0	26,0	51,0	53,0	76,5			
		29,0	74,0	55,0					
15		77,0	27,0	50,0	51,5	75,8			
		28,0	75,0	53,0					
16		74,5	28,5	46,0	48,0	74,0			
		27,0	77,0	50,0					
17		75,0	27,0	48,0	50,0	75,0			
		27,0	75,0	52,0					
18	18/19	76,5	25,5	51,0	52,2	76,1			
		27,5	74,0	53,5					
$\Sigma$		$\Sigma_1$ 3667,5	$\Sigma_2$ 1841,5	$\Sigma_3$ 5426,0 *		$\Sigma_5$ 1356,4	$\frac{\Sigma_3}{4} = 1356,5$		
$\tau_{ок} =$							120 575,32		

\*  $\Sigma_3$  отличается от разности  $\Sigma_1 - \Sigma_2$  на 3600 в результате исправления каждой разности (графа 3) на 100 единиц.

Образец тигульного листа журнала приведен на стр. 254. На второй странице журнала пишут данные об определении положения нуля пункта, номера всех станций, психрометров и барометров (табл. 1), а также данные о центрировке ведущей и ведомых станций (табл. 2). Схему расположения станций, профиль местности и характеристику трассы приводят на третьей странице. На всех последующих страницах производят записи данных измерений в отдельных приемах. На левом развороте листа записывают название линии, приближенную длину (берут с карты), дату, фамилии операторов и их помощников, метеорологическую характеристику и результаты измерений на пунктах температуры и давления в начале и конце приема (табл. 3).

В табл. 3 («Разрешение неоднозначности») записывают отсчеты при положении  $+A$  — в первой строке,  $B$ ,  $C$ ,  $D$  и  $-A$  — во второй строке. Затем из отсчетов получают разности:  $(+A) - (B)$ ,  $(+A) - (C)$ ,  $(+A) - (D)$  и  $\frac{(+A) - (-A)}{2}$ .

В том случае, когда значение отсчетов при положении  $B$ ,  $C$ ,  $D$ ,  $-A$  больше отсчета при положении  $+A$ , к значению этого отсчета  $(+A)$  прибавляют 100 единиц. (Одна единица равна одной миллимикросекунде —  $10^{-9}$  секунды.)

В каждой полученной разности (строка 3) используют наиболее достоверную, т. е. первую, цифру, соответствующую десяткам (строка 4).

Разность  $\frac{(+A) - (-A)}{2}$  должна быть близка к значению отсчета, полученному при положении  $+A$ . Если она отличается приблизительно на 50 единиц, то к значению разности  $(+A) - (-A)$  прибавляют 100 единиц.

Отсчеты по индикатору и вычисления производят до десятых долей миллимикросекунды.

Для надежного получения расстояния при разрешении неоднозначности отсчеты  $(+A)$ ,  $(B)$ ,  $(C)$ ,  $(D)$  и  $(-A)$  следует производить при положении тумблера  $+\pi$  в начале приема и при положении  $-\pi$  в конце приема. Отсчеты при положении  $-\pi$  должны отличаться на 50 единиц от отсчетов при положении  $+\pi$ , а разности — сохранять значения, полученные при положении  $+\pi$ .

Цифры, полученные в четвертой строке табл. 3 («Разрешение неоднозначности»), определяют полное время прохождения при расстояниях до 15 км. При расстояниях от 15 км до 30 км для получения полного времени к этому числу приписывают слева 1, а при расстояниях свыше 30 км — 2. В данном примере при разрешении неоднозначности по разностям для положений  $+\pi$  и  $-\pi$  получено число — 20 574,0 ммксек, следовательно, для 18 км будем иметь 120 574,0.

На другой странице (см. табл. 4) записывают время, соответствующее началу и концу измерений, а также «точные отсчеты» при положениях переключателей  $(+A)_{+\pi}$ ,  $(+A)_{-\pi}$  (графа 1) и  $(-A)_{-\pi}$ ,



$(-A)_{-\pi}$  (графа 2). Отсчеты  $(+A)$  и  $(-A)$  делают при положении переключателя  $+\pi$ ; запись отсчетов ведется до десятых долей миллимикросекунды.

Разности  $(+A)_{+\pi} - (-A)_{+\pi} = I$  и  $(+A)_{-\pi} - (-A)_{+\pi} = II$  записывают в графе 3. В графе 4 вычисляют среднее значение разностей для каждой несущей частоты, т. е.  $\frac{I+II}{2}$ , и, наконец, в графе 5 пишут значение  $\frac{I-II}{2} : 2$ .

При получении разности между отсчетами в графах 1 и 2 к уменьшаемому прибавляют 100, если оно меньше вычитаемого.

В том случае, когда полуразность  $\frac{I+II}{2} : 2$  в графе 5 отличается на 50 единиц от отсчета  $(+A)$ , разность в графе 3 должна быть исправлена добавлением 100 единиц.

Полученные разности по несущим частотам (графа 5) используют для построения графика (см. стр. 258), а также для вычисления среднего из всех разностей с точностью до сотых долей миллимикросекунды.

Внизу страницы (табл. 4) производят постраничный контроль по формулам:

$$\Sigma_1 - \Sigma_2 = \Sigma_3; \quad \frac{\Sigma_3}{4} = \Sigma_5.$$

Значение  $\tau_{ок}$  в данном примере получено из числа  $120 \overline{574,0}$  (см. табл. 3 «Разрешение неоднозначности») и уточнения последних цифр (подчеркнуто) числом, взятым из табл. 4 («Точные отсчеты») (число 75,32, получено как  $\frac{\Sigma_5}{k}$ , где  $k$  — количество несущих частот).  $\tau_{ок} — 120 \overline{575,32}$ .

В графах 6 и 7 табл. 4 записывают показания приборов, характеризующих работу клистрона, величину принимаемого сигнала (АРУ) и напряжение аккумуляторной батареи.

Значения показателя преломления  $\Delta n$  в данных метеорологических условиях вычисляют по рабочей формуле

$$\Delta n = (n - 1) \cdot 10^{-6} = MP + Ne;$$

$$e = E' - \frac{k}{a} \cdot P \cdot (t_c - t_m);$$

$$\frac{k}{a} = 0,000667,$$

где величины  $E'$ ,  $M$ ,  $N$  выбирают из таблиц 1 и 2 (см. «Таблицы для вычисления расстояний, измеренных радиодальномером типа РДГ и ГЕТ-Б1», изданные редакционно-издательским отделом ВТС, М., 1964 г.).

Для диапазона рабочих температур отношение  $\frac{k}{a}$  может быть принято равным 0,000667.

Вычисления расстояний по приемам производят в полевом журнале и в ведомости, образец которой приведен на стр. 264—266.

По полученным значениям  $\Delta n$  из табл. 3 («Таблицы для вычисления расстояний, измеренных радиодальномером типа РДГ и ГЕТ-Б1») выбирают величину  $c$  — половинное значение скорости распространения электромагнитных волн (в м/мсек).

Искомое расстояние без учета поправок за постоянную радиодальномера и за центрировки определяют по формуле

$$D = c \cdot \tau$$

**П р и м е ч а н и е.** Для вычисления коэффициента преломления и искомого расстояния можно пользоваться формулами и таблицами, приведенными в статье Писаренко В. «Таблицы для вычисления скорости волн при радиодальномерных измерениях» («Геодезия и картография», № 7, изд-во «Недра», 1964).

На последней странице ведомости (см. стр. 266) записывают значения  $D'$  по всем приемам для каждой линии, выводят среднее значение, вводят поправки за положение нуляпункта, за элементы приведения ведущей и ведомой станций и находят окончательное значение измеряемого расстояния  $D_{\text{привед}}$ . Далее оценивается точность его измерения по внутренней сходимости.

---

**ВЕДОМОСТЬ № \_\_\_\_\_**  
**ВЫЧИСЛЕНИЯ РАССТОЯНИЙ, ИЗМЕРЕННЫХ РАДИОДАЛЬНОМЕРОМ**

Линия 1 Озеро—Тундра

2 Озеро—Гарь

3 \_\_\_\_\_

4 \_\_\_\_\_

Вычислил: \_\_\_\_\_

Проверил: \_\_\_\_\_

№ приема	Станции № 20—21				Линия Озеро — Тундра			
	1	2	3	4	5	6	7	8
Дата	25. 07. 64 г.							
Время	17 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup> — 17 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup>							
$t_c$	25,7							
$t_m$	18,6							
$(t_c - t_m)$	7,1							
$P$	741,4							
$P(t_c - t_m)$	5263,9							
$k/a$	0,000667							
$M$	0,3463							
$N$	5,49							
$E'$	16,08							
$k/a \cdot P(t_c - t_m)$	3,51							
$e$	12,57							
$M \cdot P$	256,7							
$N \cdot e$	69,9							
$\Delta n$	325,7							
$c$	0,1498475							
$\tau$	120575,32							
$D'$	18067,92							

Примечание. Измерение каждой линии проведено 8 приемами.

Название линии	1. п. Озеро — п. Тундра		2. п. Озеро — п. Гарь	
	Номера станций	20—21		20—22
Прием 1	18 067,92	—5		
2	7,95	—2		
3	7,97	0		
4	7,99	+2		
5	7,98	+1		
6	7,97	0		
7	7,96	—1		
8	7,99	+2		
$D'$	18 067,97			
$k$	+0,28			
$\delta_{c_1}$	—0,31			
$\delta_{c_2}$	+0,09			
$D$ привед. к центрам	18 068,00			
$m = \pm \sqrt{\frac{\sum v^2}{n-1}}$		2,4		
$M = \pm \frac{m}{\sqrt{n}}$		0,8		

Ж У Р Н А Л № \_\_\_\_\_  
ИЗМЕРЕНИЯ ДЛИН СТОРОН СВЕТОДАЛЬНОМЕРОМ СВВ-1

Район \_\_\_\_\_

Трапедия \_\_\_\_\_

19 г.

Приемо-передатчик № 25  
Волномер № 37  
Наблюдатель *Иванов И. И.*  
Волномерщик *Петров П. П.*

## Обозначения и формулы для приближенной оценки точности полевых измерений расстояний

- $t_c$  — температура сухого термометра;  
 $t_m$  — температура мокрого термометра;  
 $P$  — давление воздуха;  
 $\delta_c$  — поправка за центрировку;  
 $\delta_r$  — поправка за редукцию;  
 $I$  — высота светодальномера над центром знака;  
 $v$  — высота отражателя над центром знака;  
 $N$  — число модулированных волн света в измеренном расстоянии;  
 $n_{i-k}$  — разность чисел волн  $N_k$  и  $N_i$ , наблюдаемых на частотах  $f_k$  и  $f_i$ ;  
 $K_3$  — эталонное значение отсчета по шкале волномера кварцевой поверочной точки;  
 $K$  — отсчет по шкале волномера при калибровке;  
 $\Delta K$  — поправка в отсчет по шкале за уход частоты

$$\Delta K = K_3 - K;$$

- $a$  — средний отсчет по волномеру;  
 $a + \Delta K$  — средний исправленный отсчет;  
 $m$  — средняя квадратическая ошибка одного приема

$$m = \pm \sqrt{\frac{\sum_1 + \sum_2 + \sum_3 + \sum_4 + p [v_{c,m}^2]}{n-1}},$$

- где  $\sum = 0,01 \cdot n_{i-k}^2 \cdot [v_a^2]$  — (постраничная сумма);  
 $v_a$  — отклонения от среднего в делениях волномера (при работе на 1-м диапазоне);  
 $n = pq$  — число приемов измерений;  
 $p$  — число приемов в серии;  
 $q$  — число серий измерений;  
 $v_{c,m}$  — отклонения от среднего расстояния в см;  
 $M$  — средняя квадратическая ошибка результата измерения линии

$$M = \pm \frac{m}{\sqrt{n}};$$

- $\frac{M}{D}$  — относительная ошибка измерения линии;  
 $D_{0,760}$  — наклонное расстояние для скорости света  $c_{0,760}$ .

## ДОПУСКИ И КОНТРОЛЬ ПРИ ИЗМЕРЕНИЯХ

Число циклов	КСЭ		Допустимая величина округления $N$
	$\Delta a$	$2c$	
	В делениях шкалы волномера		
5	70	100	При измерении сторон 2 класса — 0,20 3 класса — 0,25 4 класса — 0,25
10	45	60	
15	35	50	
20	30	40	
25	25	35	
30	20	25	
40	15	20	
50	12	18	
60	10	15	
70	9	12	
80	7	10	
90	6	9	
100	5	8	

КСЭ — компенсационный способ экстремума;

$\Delta a$  — допустимое колебание приемов в серии в делениях волномера;

$2c$  — допустимая величина разности между полуприемами.

Таблица 2

Точка стояния *Дубовая Балка, сигн. 1 кл.*

Измеряемая линия *Дубовая Балка — Недайвода*

Погода *пасмурно, тихо* Качество изображения *хорошее*

Дата *25/9 1956 г.* Начало *20<sup>h</sup>00<sup>m</sup>* Конец *21<sup>h</sup>15<sup>m</sup>*

Место наблюдений	$t_c$		$t_m$		$P$	
	начало	конец	начало	конец	начало	конец
Приемо-передатчик	+8,9	+8,5	+8,5	+8,3	759,3	759,1
Отражатель						
Среднее	+8,7		+8,4		759,2	

Центрировочный лист № 12

Высота над центром знака

Место установки

Способ наблюдений

$\delta_c$ 0,185 м	$\delta_r$ 0,226 м
$i$ 4,5 м	$v$ 10,4 м
<u>столик сигн.</u>	<u>взв. сигн.</u>
<u>КСЭ</u>	<u>циклы min</u>



№ пп.	Отсчеты		№ пп.	Отсчеты		№ пп.	Отсчеты		№ пп.	Отсчеты		№ пп.	Отсчеты	
	генер.	волн.		генер.	волн.		генер.	волн.		генер.	волн.		генер.	волн.
$N_1$	1	0,54	2242	21	6,75	41	12,22	61	18,15		81			
$N_2$	2	0,87	2047	22	7,06	42	12,46	62	18,47		82			
	3	1,29		23	7,34	43	12,74	63	18,80		83			
	4	1,65		24	7,65	44	13,00	64	19,16	2653	84	$N_3$		
	5	2,04		25	7,96	45	13,28	65	19,56	2864	85	$N_4$		
	6	2,37		26	8,23	46	13,57	66			86			
	7	2,60		27	8,48	47	13,86	67			87			
	8	2,89		28	8,72	48	14,16	68			88			
	9	3,21		29	8,99	49	14,40	69			89			
	10	3,57		30	9,25	50	14,64	70			90			
	11	3,89		31	9,50	51	14,96	71			91			
	12	4,22		32	9,79	52	15,26	72			92			
	13	4,53		33	10,11	53	15,56	73			93			
	14	4,78		34	10,37	54	15,87	74			94			
	15	5,00		35	10,62	55	16,16	75			95			
	16	5,35		36	10,86	56	16,50	76			96			
	17	5,65		37	11,10	57	16,80	77			97			
	18	6,01		38	11,39	58	17,07	78			98			
	19	6,25		39	11,69	59	17,45	79			99			
	20	6,51		40	11,93	60	17,80	80			100			

Таблица 3

ВЫЧИСЛЕНИЕ ЧИСЛА ВОЛН  $N$  И РАССТОЯНИЯ  $D_{0,760}$  ПО СРЕДНИМ ЗНАЧЕНИЯМ ЧАСТОТ

Средние частоты		Контроль	Вид экстр.	Число волн $N$	Расстояние $D_{0,760}$	$v$ , см
$f_1$	9 641,34	11,78	<i>min</i>	820	12 744,87	3
$f_2$	9 653,12		<i>min</i>	821	4,84	0
$f_3$	10 382,22	11,54	<i>min</i>	883	4,70	14
$f_4$	10 393,76		<i>min</i>	884	4,96	12

$$D_{0,760} = \frac{c_{0,760}}{2 \cdot f} \cdot N; \quad \frac{c_{0,760}}{2} = 149\,850,78 \text{ км/сек,}$$

$$\text{Ср. } 12\,744,842 \quad [v^2 \text{ см}] \quad 349 \quad p \cdot [v^2 \text{ см}] \quad 3141$$

Разность частот		Разность числа волн $n_{i-k}$
$f_3 - f_1$	740,88	63
$f_3 - f_2$	729,10	62
$f_4 - f_1$	752,42	64
$f_4 - f_2$	740,64	63

$$m = \pm 0,16 \text{ м}$$

$$M = \pm 0,027 \text{ м}$$

$$\frac{M}{D} \approx \frac{1}{472\,000}$$

Измеряемая линия Дубовая балка — Недайвода

Экстремум

0,54

(отсчет по шкале генератора)

№ призма	Отсчеты по волномеру		2С (доп. $\frac{13,5}{\Delta a}$ ) (доп. 9,5)	Средний исправленный отсчет	$v_a$	К К <sub>3</sub> 2214,6
1	1	2233,1	3	2242,5		
	2	40,9	4	45,2		
		<u>2237,0</u>		<u>2243,8</u>	6,8	$a + \Delta K$ 2240,1
				$a$ 2240,4		
				$\Delta K$ -0,3		
				$a + \Delta K$ 2240,1		2214,9
2	1	2253,7	3	2244,4		
	2	48,8	4	46,9		
		<u>2251,2</u>		<u>2245,6</u>	5,6	$a + \Delta K$ 2248,1
				$a$ 2248,4		
				$\Delta K$ -0,3		
				$a + \Delta K$ 2248,1		2214,0
3	1	2240,3	3	2235,8		
	2	44,9	4	43,6		
		<u>2242,6</u>		<u>2239,7</u>	2,9	$a + \Delta K$ 2240,8
				$a$ 2241,2		
				$\Delta K$ -0,4		
				$a + \Delta K$ 2240,8		2215,0
4	1	2244,1	3	2238,5		
	2	42,6	4	40,3		
		<u>2243,4</u>		<u>2239,4</u>	4,0	$a + \Delta K$ 2241,0
				$a$ 2241,4		
				$\Delta K$ -0,4		
				$a + \Delta K$ 2241,0		2215,0
5	1	2238,3	3	2237,1		
	2	42,6	4	43,0		
		<u>2240,4</u>		<u>2240,0</u>	0,4	$a + \Delta K$ 2239,8
				$a$ 2240,2		
				$\Delta K$ -0,4		
				$a + \Delta K$ 2239,8		2215,0
6	1	2237,0	3	2239,0		
	2	44,5	4	42,2		
		<u>2240,8</u>		<u>2240,6</u>	0,2	$a + \Delta K$ 2240,2
				$a$ 2240,7		
				$\Delta K$ -0,5		
				$a + \Delta K$ 2240,2		2215,1
7	1	2242,9	3	2236,3		
	2	38,0	4	42,0		
		<u>2240,4</u>		<u>2239,2</u>	1,2	$a + \Delta K$ 2239,3
				$a$ 2239,8		
				$\Delta K$ -0,5		
				$a + \Delta K$ 2239,3		2215,1
8	1	2236,8	3	2243,4		
	2	44,6	4	46,5		
		<u>2240,7</u>		<u>2245,0</u>	4,3	$a + \Delta K$ 2242,3
				$a$ 2242,8		
				$\Delta K$ -0,5		
				$a + \Delta K$ 2242,3		2215,1
9	1	2242,9	3	2240,8		
	2	45,4	4	44,5		
		<u>2244,2</u>		<u>2242,6</u>	1,6	$a + \Delta K$ 2242,8
				$a$ 2243,4		
				$\Delta K$ -0,6		
				$a + \Delta K$ 2242,8		2215,2
	1	_____	3	_____		
	2	_____	4	_____		
					$a$ _____	
					$\Delta K$ _____	
					$a + \Delta K$ _____	
	$\Delta a$	8,8			$a_{\text{ср}}$ 2241,6	$[v_a^2]$ 57,92
						$\Sigma_1$ 2298,84

Измеряемая линия Дубовая балка — Недайвода

0,87

Экстремум

(отсчет по шкале генератора)

№ приема	Отсчеты по волномеру		2с (доп. $\frac{13,5}{\Delta a}$ (доп. 9,5))	Средний исправленный отсчет	$v_a$	$K_{\theta}$ 1995,4
10	1 2029,7	3 2032,4		$a$ 2031,2		_____
	2 31,9	4 30,8		$\Delta K$ -0,1		_____
	2030,8	2031,6	0,8	$a + \Delta K$ 2031,1	1,1	1995,5
11	1 2026,3	3 2025,0		$a$ 2030,6		_____
	2 31,9	4 39,1		$\Delta K$ -0,1		_____
	2029,1	2032,0	2,9	$a + \Delta K$ 2030,5	1,7	1995,5
12	1 2036,1	3 2033,3		$a$ 2032,6		_____
	2 30,7	4 30,1		$\Delta K$ -0,1		_____
	2033,4	2031,7	1,7	$a + \Delta K$ 2032,5	0,3	1995,5
13	1 2038,5	3 2033,1		$a$ 2035,2		_____
	2 36,7	4 32,7		$\Delta K$ -0,2		_____
	2037,6	2032,9	4,7	$a + \Delta K$ 2035,0	2,8	1995,6
14	1 2028,1	3 2037,8		$a$ 2031,6		_____
	2 32,4	4 28,4		$\Delta K$ -0,2		_____
	2030,2	2033,1	2,9	$a + \Delta K$ 2031,4	0,8	1995,6
15	1 2037,2	3 2032,4		$a$ 2033,5		_____
	2 30,0	4 34,5		$\Delta K$ -0,1		_____
	2033,6	2033,4	0,2	$a + \Delta K$ 2033,4	1,2	1995,5
16	1 2029,3	3 2034,5		$a$ 2033,0		_____
	2 31,7	4 36,2		$\Delta K$ -0,1		_____
	2030,5	2035,4	4,9	$a + \Delta K$ 2032,9	0,7	1995,5
17	1 2034,6	3 2030,1		$a$ 2032,8		_____
	2 29,3	4 37,0		$\Delta K$ -0,1		_____
	2032,0	2033,6	1,6	$a + \Delta K$ 2032,7	0,5	1995,5
18	1 2028,3	3 2032,9		$a$ 2030,4		_____
	2 31,3	4 29,2		$\Delta K$ -0,1		_____
	2029,8	2031,0	1,2	$a + \Delta K$ 2030,3	1,9	1995,5
	1 _____	3 _____		$a$ _____		_____
	2 _____	4 _____		$\Delta K$ _____		_____
	_____	_____		$a + \Delta K$ _____		_____
	$\Delta a$ 4,7			$a$ 2032,2	$[v_a^2]$	18,46
					$\Sigma_2$	732,68

№ призма	Отсчеты по волномеру		$\frac{2c}{\Delta a}$ (доп. 13,5) (доп. 9,5)	Средний исправленный отсчет	$v_a$	$K_{\Sigma} \frac{K}{2577,4}$
19	1 <u>2656,4</u>	3 <u>2658,2</u>		$a$ <u>2666,8</u>		—
	2 <u>60,6</u>	4 <u>67,8</u>		$\Delta K$ <u>-0,4</u>		—
	<u>2658,5</u>	<u>2663,0</u>	<u>4,5</u>	$a + \Delta K$ <u>2660,4</u>	5,2	<u>2577,8</u>
20	1 <u>2675,8</u>	3 <u>2652,5</u>		$a$ <u>2666,2</u>		—
	2 <u>64,2</u>	4 <u>72,2</u>		$\Delta K$ <u>-0,4</u>		—
	<u>2670,0</u>	<u>2662,4</u>	<u>7,6</u>	$a + \Delta K$ <u>2665,8</u>	0,2	<u>2577,8</u>
21	1 <u>2674,0</u>	3 <u>2654,5</u>		$a$ <u>2663,2</u>		—
	2 <u>57,0</u>	4 <u>67,0</u>		$\Delta K$ <u>-0,4</u>		—
	<u>2665,5</u>	<u>2660,8</u>	<u>4,7</u>	$a + \Delta K$ <u>2662,8</u>	2,8	<u>2577,8</u>
22	1 <u>2679,5</u>	3 <u>2660,6</u>		$a$ <u>2668,1</u>		—
	2 <u>58,0</u>	4 <u>74,2</u>		$\Delta K$ <u>-0,3</u>		—
	<u>2668,8</u>	<u>2667,4</u>	<u>1,4</u>	$a + \Delta K$ <u>2667,8</u>	2,2	<u>2577,7</u>
23	1 <u>2680,2</u>	3 <u>2665,2</u>		$a$ <u>2667,8</u>		—
	2 <u>56,3</u>	4 <u>69,4</u>		$\Delta K$ <u>-0,3</u>		—
	<u>2668,2</u>	<u>2667,3</u>	<u>0,9</u>	$a + \Delta K$ <u>2667,5</u>	1,9	<u>2577,7</u>
24	1 <u>2672,0</u>	3 <u>2656,1</u>		$a$ <u>2665,4</u>		—
	2 <u>60,1</u>	4 <u>73,4</u>		$\Delta K$ <u>-0,3</u>		—
	<u>2666,0</u>	<u>2664,8</u>	<u>1,2</u>	$a + \Delta K$ <u>2665,1</u>	0,5	<u>2577,7</u>
25	1 <u>2668,3</u>	3 <u>2672,8</u>		$a$ <u>2667,0</u>		—
	2 <u>62,4</u>	4 <u>64,4</u>		$\Delta K$ <u>-0,2</u>		—
	<u>2665,4</u>	<u>2668,6</u>	<u>3,2</u>	$a + \Delta K$ <u>2666,8</u>	1,2	<u>2577,6</u>
26	1 <u>2670,1</u>	3 <u>2671,1</u>		$a$ <u>2666,1</u>		—
	2 <u>66,3</u>	4 <u>56,9</u>		$\Delta K$ <u>-0,2</u>		—
	<u>2668,2</u>	<u>2664,0</u>	<u>4,2</u>	$a + \Delta K$ <u>2665,9</u>	(0,3)	<u>2577,6</u>
27	1 <u>2672,1</u>	3 <u>2678,8</u>		$a$ <u>2668,4</u>		—
	2 <u>62,3</u>	4 <u>60,6</u>		$\Delta K$ <u>-0,1</u>		—
	<u>2667,2</u>	<u>2669,7</u>	<u>2,5</u>	$a + \Delta K$ <u>2668,3</u>	(2,7)	<u>2577,5</u>
	1 _____	3 _____		$a$ _____		—
	2 _____	4 _____		$\Delta K$ _____		—
	_____	_____		$a + \Delta K$ _____		—
	$\Delta a$ <u>7,9</u>	$a$ <u>2665,6</u>		$\left[ v_a^2 \right]_{\Sigma} \frac{52,44}{2081,34}$		

№ приема	Отсчеты по волномеру		$\frac{2c}{\Delta a}$ (доп. 13,5) (доп. 9,5)	Средний исправленный отсчет	$v_a$	$K_{\sigma} \frac{K}{2981,8}$
28	1 <u>2867,9</u>	3 <u>2876,2</u>	<u>4,0</u>	$a$ <u>2870,6</u>	<u>1,9</u>	<u>2982,0</u>
	2 <u>69,2</u>	4 <u>69,0</u>		$\Delta K$ <u>-0,2</u>		
	<u>2868,6</u>	<u>2872,6</u>		$a + \Delta K$ <u>2870,4</u>		
29	1 <u>2866,1</u>	3 <u>2883,0</u>	<u>4,2</u>	$a$ <u>2870,3</u>	<u>2,2</u>	<u>2982,0</u>
	2 <u>70,2</u>	4 <u>61,8</u>		$\Delta K$ <u>-0,2</u>		
	<u>2868,2</u>	<u>2872,4</u>		$a + \Delta K$ <u>2870,1</u>		
30	1 <u>2860,6</u>	3 <u>2878,0</u>	<u>6,2</u>	$a$ <u>2873,2</u>	<u>0,8</u>	<u>2981,9</u>
	2 <u>79,6</u>	4 <u>74,6</u>		$\Delta K$ <u>-0,1</u>		
	<u>2870,1</u>	<u>2876,3</u>		$a + \Delta K$ <u>2873,1</u>		
31	1 <u>2875,7</u>	3 <u>2879,8</u>	<u>0,2</u>	$a$ <u>2871,9</u>	<u>0,5</u>	<u>2981,9</u>
	2 <u>68,3</u>	4 <u>63,9</u>		$\Delta K$ <u>-0,1</u>		
	<u>2872,0</u>	<u>2871,8</u>		$a + \Delta K$ <u>2871,8</u>		
32	1 <u>2871,8</u>	3 <u>2870,3</u>	<u>6,4</u>	$a$ <u>2872,0</u>	<u>0,4</u>	<u>2981,9</u>
	2 <u>78,7</u>	4 <u>67,4</u>		$\Delta K$ <u>-0,1</u>		
	<u>2875,2</u>	<u>2868,8</u>		$a + \Delta K$ <u>2871,9</u>		
33	1 <u>2868,2</u>	3 <u>2880,3</u>	<u>4,4</u>	$a$ <u>2874,4</u>	<u>2,0</u>	<u>2981,9</u>
	2 <u>76,2</u>	4 <u>73,0</u>		$\Delta K$ <u>-0,1</u>		
	<u>2872,2</u>	<u>2876,6</u>		$a + \Delta K$ <u>2874,3</u>		
34	1 <u>2874,0</u>	3 <u>2870,1</u>	<u>2,2</u>	$a$ <u>2872,9</u>	<u>0,5</u>	<u>2981,9</u>
	2 <u>69,6</u>	4 <u>77,9</u>		$\Delta K$ <u>-0,1</u>		
	<u>2871,8</u>	<u>2874,0</u>		$a + \Delta K$ <u>2872,8</u>		
35	1 <u>2878,9</u>	3 <u>2869,0</u>	<u>3,9</u>	$a$ <u>2873,0</u>	<u>0,7</u>	<u>2981,8</u>
	2 <u>71,1</u>	4 <u>73,2</u>		$\Delta K$ <u>0,0</u>		
	<u>2875,0</u>	<u>2871,1</u>		$a + \Delta K$ <u>2873,0</u>		
36	1 <u>2880,1</u>	3 <u>2874,0</u>	<u>5,8</u>	$a$ <u>2873,3</u>	<u>1,0</u>	<u>2981,8</u>
	2 <u>72,4</u>	4 <u>66,8</u>		$\Delta K$ <u>0,0</u>		
	<u>2876,2</u>	<u>2870,4</u>		$a + \Delta K$ <u>2873,3</u>		
	1 _____	3 _____		$a$ _____		
	2 _____	4 _____		$\Delta K$ _____		
				$a + \Delta K$ _____		

 $\Delta a$  4,2 $a$  2872,3

$$\left[ v_a^2 \right] \frac{15,24}{\sum_4 604,88}$$

На первой станции журнала приводятся обозначения и формулы, на второй — допуски при наблюдениях (табл. 1). На третьей странице журнала записывают название измеряемой линии, дату, метеорологические условия, показания термометров и анероида (табл. 2).

Далее записывают результаты счета числа разности циклов. При счете записывают отсчеты по шкале генератора для всех минимумов, а для двух первых и двух последних, кроме того, отсчеты по волномеру.

Результаты наблюдений при двух первых и двух последних экстремумах записывают на 4 страницах: на каждой странице — наблюдения определенного экстремума.

В первой графе (см. табл. 4) записывают номера приемов, во второй — отсчеты по волномеру. Для каждого полуприема вычисляют среднее значение отсчета. В третьей графе вычисляют разность отсчетов  $2c$  по отдельным полуприемам.

В шестой графе записывают отсчеты по шкале волномера  $K$  при калибровке. Там же пишут эталонное значение отсчета  $K_0$  кварцевой поверочной точки.

В четвертой графе записывают среднее из приемов значение отсчета  $a$  и выписывают поправки за уход частоты  $\Delta K = K_0 - K$ , а затем вычисляют исправленное среднее значение отсчета. В пятой графе вычисляют уклонения  $v_a$  в показаниях волномера в отдельных приемах от общего среднего  $a_{cp}$ ; рядом указывают максимальное расхождение  $\Delta a$  между результатами отдельных приемов. Кроме того, внизу страницы записывают  $[v_a^2]$  и  $\sum = 0,01n_{i-k}^2 [v_a^2]$ .

Вычисление чисел целых циклов выполняют по формуле

$$N_i = n_{i-k} \frac{f_i}{f_k - f_i},$$

где  $n_{i-k}$  — разность чисел волн  $N_k$  и  $N_i$  при наблюдении на частотах  $f_k$  и  $f_i$ .

Для этой цели средние показания волномера  $a$  переводят по специальной таблице для данного волномера в частности  $f$  и выписывают в таблицу вычисления чисел  $N$ . Затем образуют разности  $f_3 - f_1$ ,  $f_3 - f_2$ ,  $f_4 - f_1$  и  $f_4 - f_2$  и определяют  $n_{i-k}$  по данным расчета разности чисел  $N$  (см. табл. 3).

Полученное значение чисел  $N$  обязательно округляют до целого и выписывают в таблицу.

Расстояние вычисляют по формуле

$$D = N \frac{v_0}{2f} + \sum \Delta D,$$

где  $\frac{v_0}{2f}$  — длина цикла, выбираемая из таблиц по значению частоты, а  $\sum \Delta D$  — поправки за температуру, давление, влажность, за центрировку и редукцию.

Расстояние вычисляют отдельно по каждому экстремуму, за окончательное значение принимают среднее из наблюдений по четырем экстремумам.

Затем проводят оценку точности полученного расстояния по формулам, приведенным на стр. 268. (Вычисляют  $m$  — среднюю квадратическую ошибку одного приема и среднюю квадратическую ошибку результата измерения линии  $M$ .)

---

**Ж У Р Н А Л  
НИВЕЛИРОВАНИЯ БИЛИМБАЕВСКОГО БАЗИСА 1 КЛАССА**

Нивелир «Аэрогеоприбор» № 248  
Рейки сантиметровые, шашечные



## Направление прямо

	№ 179		№ 180		№ 181		№
Черная	1204		1299		925		
	1204,0	-95,0	1299,0	+374,0	925,0		
Красная	1095		1180		841		
	109,5		118,0		84,1		
	1204,5	-93,5	1298,0	+372,9	925,1		
	$h_{пр}$	-94,2	$h_{пр}$	+373,4	$h_{пр}$		

## Направление обратно

Черная	994		1088		714		
	994,0	-94,0	1088,0	+374,0	714,0		
Красная	904		989		650		
	90,4		98,9		65,0		
	994,4	-93,5	1087,9	+372,9	715,0		
	$h_{обр}$	-93,8	$h_{обр}$	+373,4	$h_{обр}$		
	$h_{ср}$	-94,0	$h_{ср}$	+373,4	$h_{ср}$		

## Направление прямо

	№ 181		№ 182		№ 183		№ 184
Черная	960		745		212		618
	960,0	+215,0	745,0	+533,0	212,0	-406,0	618,0
Красная	872		677		192		561
	87,2		67,7		19,2		56,1
	959,2	+214,5	744,7	+533,5	211,2	-405,9	617,1
	$h_{пр}$	+214,8	$h_{пр}$	+533,2	$h_{пр}$	-406,0	

## Направление обратно

Черная	749		535		3		408
	749,0	+214,0	535,0	+532,0	3,0	-405,0	408,0
Красная	682		487		2		370
	68,2		48,7		0,2		37,0
	750,2	+214,5	535,7	+533,5	2,2	-404,8	407,0
	$h_{обп}$	+214,2	$h_{обп}$	+532,8	$h_{обп}$	-404,9	

 $h_{ср}$ 

+214,5

 $h_{ср}$ 

+533,0

 $h_{ср}$ 

-405,4

**Ж У Р Н А Л**  
**ИЗМЕРЕНИЯ БИЛИМБАЕВСКОГО БАЗИСА 1 КЛАССА**

Дата 23/VII 1954 г.

Начало измерения 14<sup>h</sup>

Секция № 1 Наблюдатели: П. — Зайцев

Конец измерения

$t = +16^{\circ},8$

З — Добровольский

Погода: пасмурно, слабый ветер

Записывающий: Светухин

№ пролета	№ 835			№ 836			№ 835			№ 836		
	П	З	(П-З)	П	З	(П-З)	П	З	(П-З)	П	З	(П-З)
0-1	21,1	28,7	-7,6	37,2	44,2	-7,0	40,4	47,7	-7,3	50,8	58,0	-7,2
	27 7	35 1	4	41 7	48 7	-7 0	46 4	53 7	3	53 3	60 5	2
Бураново	35 0	42 4	4	47 0	53 9	-6 9	50 3	57 6	3	56 9	64 2	3
	-7,38		-7,47	-7,10		-6 97			-7,30	-7,23		
1-2	22,1	26,0	-3,9	52,8	56,4	-3,6						
	29 7	33 7	-4 0	44 0	47 7	7						
	36 8	40 7	-3 9	37 6	41 2	6						
			-3 93			-3,63						
2-3	47,1	26,0	+21,1	54,0	32,6	+21,4						
	36 9	15 8	1 1	44 5	23 0	5						
	26 0	4 9	1 1	37 0	15 4	6						
			+21,10			+21,50						
3-4	50,0	44,3	+5,7	31,2	25,5	+5,7						
	57 0	51 4	6	40 2	34 5	7						
	63 1	57 5	6	50 7	44 9	8						
			+5,63			+5,73						
4-5	47,0	18,1	+28,9	38,3	9,2	+29,1						
	53 1	24,2	9	43 0	13 9	1						
	58 1	29,3	8	50 2	21 1	1						
			+28,87			+29,10						
		+44,29			+45,60							

Дата 23/VII 1954 г.

Секция № 1. Наблюдатели: П. — Добровольский,

Начало измерения  $t$  15<sup>h</sup>,0

З. — Зайцев

Конец измерения 17<sup>h</sup>45<sup>m</sup>

Записывающий: Светухин

Погода: облачность, слабый ветер

№ про- лета	№ 143			№ 144			№ 143			№ 144		
	П	З	(П-З)	П	З	(П-З)	П	З	(П-З)	П	З	(П-З)
1-0 Бура- ново	19,9	26,8	-6,9	33,5	40,8	-7,3	32,8	39,4	-6,6	53,1	60,6	-7,5
	25 3	32 2	9	40 9	48 0	1	39 0	45 7	7	45 1	52 7	6
	33 0	39 9	9	49 3	56 8	5	47 1	53 8	7	37 1	44 7	6
					63 0	4						
	-6,78		-6,90	55 6	-7,44				-6,67			-7,57
2-1	67,9	71,0	-3,1	29,4	33,2	-3,8						
	58 2	61 7	5	35 7	39 4	7						
	51 1	54 4	3	45 0	48 8	8						
	58 0	61 4	4									
		-3,32				-3,77						
3-2	50,1	28,2	+21,9	71,5	50,2	+21,3						
	42 9	21 1	8	62 9	41 7	2						
	31 3	9 6	7	51 4	30 1	3						
			+21,80			+21,27						
4-3	38,0	32,3	+6,5	33,9	28,0	+5,9						
	48 0	41 7	3	41 0	35 3	7						
	57 0	50 8	2	47 0	41 2	8						
	63 9	57 5	4									
		+6,35			+5,80							
5-4				<del>42,0</del>	<del>13,5</del>	<del>+28,5</del>				№ 144 bis		
	55,5	26,1	+29,4	<del>50 0</del>	<del>21 0</del>	<del>+29 0</del>				74,0	45,2	+28,8
	45 2	16 0	2	<del>61 0</del>	<del>32 0</del>	<del>+28 3</del>				65 0	36 1	9
	32 1	2 7	4	<del>40 0</del>	<del>11 0</del>	<del>+29 0</del>				51 2	22 4	8
		+29,33			+28,83							+28,83
		+47,38			+44,69							

Дата 28/VII 1954 г.

Начало измерения 15<sup>h</sup>15<sup>m</sup> Секция № 9

Наблюдатели: П — Зайцев

Конец измерения

З — Добровольский

Погода: пасмурно, тихо

Записывающий: Светухин

№ про- лета	№ 143			№ 144			№ 143			№ 144		
	П	З	(П-З)	П	З	(П-З)	П	З	(П-З)	П	З	(П-З)
336	52,2	39,7	+12,5	33,2	21,1	+12,1						
337	44 3	31 8	5	42 3	30 3	0						
	38 8	26 1	7	48 9	36 9	0						
			+12,57			+12,03						
337	51,2	53,1	-1,9	4-метровая лента № 2527-5								
337-a	41 6	43 4	-1 8	Среднее +3998,09								
	37 2	39 0	-1 8									
			-1,83									
337-a	2899,0	0007,2	+2891,8	4-метровая лента № 2527-5								
337-б	2900 0	8 2	91 8	Среднее +2891,78								
	2901 0	9 2	91 8									
			+2891,80									
337-б	3099,0	0043,5	+3055,5	4-метровая лента № 2527-5								
337-в	3100 0	44 4	55 6	Среднее +3055,58								
	3101 0	45 6	55 4									
			+3055,50									
337-в	42,1	35,9	+6,2	34,1	28,3	+5,8	53,5	47,1	+6,4	43,4	37,6	+5,8
337-о	45 5	39 0	5	38 1	32 2	9	56 6	50,2	4	48 6	42 8	8
Кре- тото	51 7	45 2	5	43 6	37 7	9	60 2	53 9	3		45 2	9
	55 0	48 6	4									
	+6,38		+6,40	+5,85		+5,87			+6,37			+5,83
	+18,95			+17,88								

Дата 28/VII 1954 г.

Начало измерения

Конец измерения 15<sup>h</sup>30<sup>m</sup>

Погода: пасмурно, тихо

$t = +13^{\circ},2$

Секция № 9. Наблюдатели:

П. — Добровольский

З. — Зайцев

Записывающий: Светухин

№ про- лета	№ 139			№ 714			№ 139			№ 174		
	П	З	(П-З)	П	З	(П-З)	П	З	(П-З)	П	З	(П-З)
337 336	42,0	29,4	+12,6	41,1	29,5	+11,6						
	46 8	34 1	7	50 7	39 0	7						
	52 7	40 0	7	56 9	45 1	8						
			+12,67			+11,70						
337-а 337	56,8	58,8	-2,0	4-метровая лента № 2527-5								
	63 4	65 5	-2 1									
	70 3	72 2	-1 9									
			-2,00									
337-б 337-а	4090,7	1199,0	+2891,7	4-метровая лента № 2527-5								
	91 8	1200 0	91 8									
	92 8	1201 0	91 8									
			+2891,77									
337-в 337-б	4054,7	999,0	+3055,7	4-метровая лента № 2527-5								
	55 6	1000 0	55 6									
	56 7	1001 0	55 7									
			+3055,67									
338 Кре- тото 337-в	31,1	24,9	+6,2	50,0	44,8	+5,2	40,2	33,9	+6,3	45,9	40,5	+5,4
	35 9	29 5	4	45,3	40 1	2	44 2	38 0	2	49 1	43 8	3
	38 7	33 3	4	39 3	34 1	2	47 9	41 4	5	56 6	51 2	4
	[+6,33]		+6,33	[+5,28]		+5,20	40,7	34,2	+6,33			+5,37
			+19,03			+16,98						

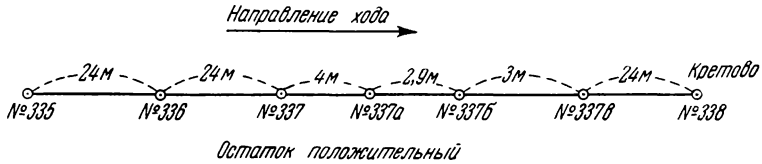
$$\begin{aligned} \Sigma t_{\text{пр}} &= +113^{\circ},5; & \Sigma t_{\text{обр}} &= +120^{\circ},8 \\ t_{\text{ср}} &= +12^{\circ},6; & t_{\text{ср}} &= +13^{\circ},4 \end{aligned}$$

№ 143                      № 144                      № 139                      № 714

$\Sigma$	+ 266,98	+ 248,90	+ 266,20	+ 233,75
$\Delta p$	- 5,58	+ 13,83	+ 2,19	+ 29,04
$\Delta t$	- 0,12	- 0,12	- 0,05	+ 0,15
$D_1$	+ 261,28	+ 262,61	+ 263,96	+ 262,94

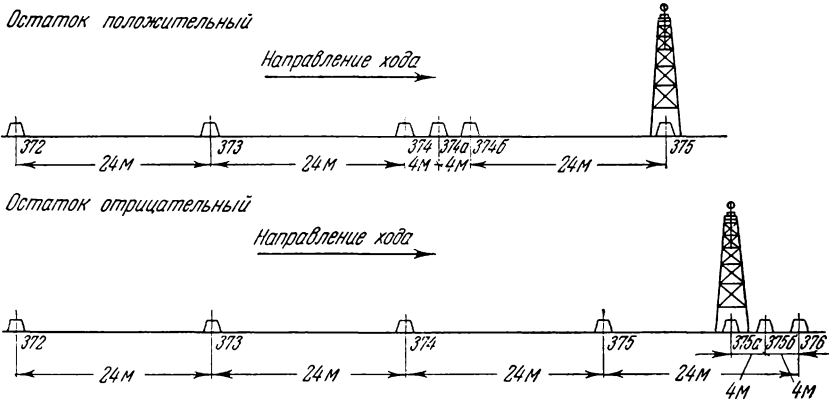
В секции № 9 40 пролетов (298 — 338) + положительный остаток  $\approx 10$  м.  
Контрольное измерение остатка стальной рулеткой: длина остатка 9,94 м

### Схема расположения остатка



При измерении базисов могут быть случаи положительного и отрицательного остатка. Пример нумерации штативов и схема расположения остатка приведены ниже.

### Схема нумерации штативов при измерении коротких пролетов и расположения остатка





**Ж У Р Н А Л**  
**ОПРЕДЕЛЕНИЯ ШИРОТЫ ПО СПОСОБУ ТАЛЬКОТТА**  
**НА ПОСТОЯННЫХ НИТЯХ**

*Инструмент АУ-2''/10'', № 2832.*

Цена деления талькоттовского уровня  $\tau = 1'',500$ .

Цена оборота барабана окулярного микрометра  $R = 115'',000$ .

Наблюдения произведены при круге лево:

$$i_S - i_N = (\text{Л} + \text{П})_S - (\text{Л} + \text{П})_N;$$

$$\lambda_0 = 3^h 06^m; \quad H = 155 \text{ м.}$$

**Пара № 1**

Дата 24/25 июля 1960 г.

$$z^0 = 2^\circ 23'$$

$$S_1 = 17^h 32^m$$

$$S_2 = 17^h 38^m$$

№ нити	Зв. № 1356 S вел. 5,8 m	Уровень	Зв. № 1363 N вел. 4,1 m	Уровень
1	9 <sup>06</sup> ,565	17,0—34,5	11 <sup>06</sup> ,010	18,0—35,4
2	564		10 ,996	
3	560	16,8—34,2	11 ,996	18,4—35,8
4	552		11 ,005	
5	551		001	
Среднее	9 <sup>06</sup> ,5584	Среднее	11 <sup>06</sup> ,0016	

$$\text{Л} + \text{П} 51,25$$

$$\text{Л} + \text{П} 53,80$$

$$m_S - m_N = -1^{\text{с}0} .4432,$$

$$i_S - i_N = -2,55.$$

**Ж У Р Н А Л**  
**ОПРЕДЕЛЕНИЯ ШИРОТЫ ПО СПОСОБУ ТАЛЬКОТТА**  
**В ПРОИЗВОЛЬНЫХ МАЛЫХ ЧАСОВЫХ УГЛАХ**

*Инструмент АУ-2''/10'', № 10124.*

Хронометр звездный, контактный, завода им. Кирова № 450.

Цена деления талькоттовского уровня  $\tau = 1'',623$ .

Цена оборота барабана окулярного микрометра  $R = 114'',60$ .

Наблюдения произведены при круге влево;

$$i_S - i_N = (\text{Л} + \text{П})_N - (\text{Л} + \text{П})_S;$$

$$\lambda_0 = 5^h 23^m; \quad H = 140 \text{ м.}$$

**Пара № 1**

Дата 12/13 октября 1960 г.

$$z_0 = 44^\circ 24'$$

$$S_1 = 4^h 27^m,9$$

$$S_2 = 4^h 37^m,8$$

№ нити	Зв. № 1279 N вел. 5,5 T	Уровень m	Зв. № 428 S вел. 5,4 T	Уровень m
		26,4—7,7		26,6—7,8
1	$4^h 27^m 16^s$	$8^{06},649$	$4^h 37^m 43^s$	$12^{06},962$
2	38	650	58	950
3	56	650	38 12	950
4	28 16	643	28	959
5	31	657	46	957
		26,3—7,7		26,7—7,8

Среднее  $8^{06},6498$

Среднее  $12^{06},9556$

$$\text{Л} + \text{П} 34,05$$

$$\text{Л} + \text{П} 34,45$$

$$m_S - m_N = +4^{06},3058$$

$$i_S - i_N = -0,40$$

$$u = +10^s.0$$

Пара № 2

Дата 16/17 окт. 1960 г.

$z_0 = 0^{\circ}00'$

$S_1 = 21^h 01^m, 0$

$S_2 = 21^h 01^m, 0$

№ нити	Зв. № 1708 вел. 5,6 T	Уровень m	Зв. № 1708 вел. 5,7 T	Уровень m
1	Ok. West $21^h 0^m 24^s$	26,9—7,3 $7^{06},680$	Ok. Est $21^h 01^m 23^s$	28,2—8,8 $12^{06},720$
2	32	672	45	718
3	33	572	59	713
4				
5		26,7—7,1		28,2—8,

Среднее  $7^{06},6747$

Среднее  $12^{06},7170$

Л + П 34,00

Л + П 37,00

$m_S - m_N = + 5^{06},0423:$

$i_S - i_N = - 3,00$

$u = + 1^m 0^s, 0.$

Пара № 3

Дата 16/17 окт. 1960 г.

$z_0 = 8^{\circ}01'$

$S_1 = 21^h 18^m, 5$

$S_2 = 21^h 25^m, 4$

№ нити	Зв. № 1730N вел. 5,2 T	Уровень m	Зв. № 1738S вел. 5,3 T	Уровень m
1	$21^h 17^m 54^s$	28,5—9,0 $12^{06},980$	$21^h 25^m 04^s$	28,8—9,1 $7^{06},348$
2	18 24	981	26	360
3	47	972	48	353
4	19 17	979	26 08	358
5	44	975	22	361
		28,0—8,5		28,8—9,1

Среднее  $12^{06},9782$

Среднее  $7^{06},3560$

Л + П 37,00

Л + П 37,90

$m_S - m_N = - 5^{06},6222$

$i^S - i^N = - 0,90$

$u = + 1^m 0^s, 0.$

Ниже приведен пример вычисления в поле широты, определенной по способу Талькотта, в произвольных малых часовых углах.

Дата	12/13—X 1960 г.	16/17—X 1960 г.	16/17—X 1960 г.
№ пары	1	2	3
Номера звезд	1279N—428S	1708	1730N—1738S
Инт. множ.	—0,03	—0,35	—0,33
$\delta_1$	$79^{\circ} 02' 55'', 06$		$64^{\circ} 42' 21'', 93$
$\delta_2$	$12 07 21,46$		$48 39 53,52$
$\delta_0$	$56 32 13,20$	$56^{\circ} 30' 54'', 79$	$56^{\circ} 41' 07'', 72$
$\delta - \delta_0$	—15,57	+20,34	+18,65

Дата	12/13—X 1960 г.	16/17—X 1960 г.	16/17—X 1960 г.
№ пары	1	2	3
$\delta$	56° 31' 57",6	56° 31' 15",1	56° 41' 26",4
$(m_S - m_N) \frac{R}{2}$	+4 6,7	+4 48,9	-5 23,1
$(i_S - i_N) \frac{\tau}{4}$	-0,2	-1,2	-0,4
$\Delta \varrho$	+0,1	+0,1	-0,1
$\Phi$	56° 36' 3",2	56° 36' 02",9	56° 36' 02",8
$a_1'$	-7,84		+15,27
$a_2'$	+7,03		+15,66
$a_0'$	+7,44	+14,24	+15,46
$\frac{1}{n} (A + A')$	-0,335	-0,328	-0,328
$b_1'$	+0,920		+0,647
$b_2'$	-0,937		+0,624
$b_0'$	-0,928	+0,704	+0,636
$B + B'$	+8,53	+8,48	+8,48
$c_1'$	+0,986		+0,771
$c_2'$	+0,227		+0,755
$c_0'$	-0,380	+0,826	+0,763
$C$	+17,70	+17,26	+17,26
$d_1'$	-0,384		+0,689
$d_2'$	+0,074		+0,586
$d_0'$	+0,229	+0,592	+0,638
$D$	+6,86	+8,08	+8,08
$\frac{1}{n} a_0' (A + A')$	-2",49	-4",67	-5",07
$b_0' (B + B')$	-7,92	+5,97	+5,39
$c_0' C$	-6,73	+14,26	+13,17
$d_0' D$	+1,57	+4,78	+5,16

При вычислениях широты для целей полевого контроля можно не учитывать поправок за кривизну параллели и наклон подвижной нити, если перед наблюдениями подвижная нить окулярного микрометра приведена в горизонтальное положение с ошибкой, не превышающей  $\pm 5'$ , инструмент установлен в меридиане с ошибкой, не превышающей  $\pm 2'$  (с учетом коллимационной ошибки средней нити), и наблюдения звезды произведены примерно симметрично относительно средней вертикальной нити с интервалом времени не более 30<sup>с</sup>. При этих условиях, если северная звезда пары Талькотта наблюдалась вблизи верхней кульминации, широту вычисляют по формуле

$$\varphi = \frac{1}{2} (\delta_S - \delta_N) \pm \left[ (m_S - m_N) \frac{R}{2} + (i_S - i_N) \frac{\tau}{4} + \Delta \varrho \right],$$

а при наблюдении северной звезды вблизи нижней кульминации — по формуле

$$\varphi = 90^\circ - \frac{1}{2}(\delta_N - \delta_S) \pm \left[ (m_S - m_N) \frac{R}{2} + (i_S - i_N) \frac{\tau}{4} + \Delta Q \right].$$

Знак плюс перед прямыми скобками ставят, когда отсчеты по барабану окулярного микрометра возрастают с увеличением зенитного расстояния, и минус, когда эти отсчеты уменьшаются.

При наблюдении зенитной звезды вместо  $\frac{1}{2}(\delta_S - \delta_N)$  берут  $\delta$  — склонение наблюдаемой зенитной звезды.

В формулах для вычисления широты приняты следующие обозначения;

$\delta_S$  и  $\delta_N$  — склонение южной и северной звезды;

$m_S$  и  $m_N$  — отсчеты окулярного микрометра при наблюдении южной и северной звезды;

$R$  — цена оборота барабана окулярного микрометра;

$i_S$  и  $i_N$  — наклонности трубы в полуделениях талькоттовского уровня, полученные при наблюдении южной и северной звезды;

$\tau$  — цена деления талькоттовского уровня в секундах дуги;

$\Delta Q$  — поправка за рефракцию, равная  $\pm \frac{1}{2}(\varrho_S - \varrho_N)$ , которую выбирают из «Таблиц для астрономических вычислений» по значениям  $(m_S - m_N) \frac{R}{2}$  и

$z_0$  — среднее зенитное расстояние звезд пары;

$\Delta Q$  — имеет тот же знак, что и  $(m_S - m_N) \frac{R}{2}$ .

Средние склонения ( $\delta_{S,N}$ ) на начало года наблюдения ( $t$ ) вычисляют по формуле

$$\delta_{S,N} = \delta_{1950} + VA_\delta(t-1950) + VS_\delta \frac{(t-1950)^2}{200},$$

пользуясь «Каталогом 1967 звезд программы способа Талькотта на эпоху 1950,0», или по формуле

$$\delta_{S,N} = \delta_{1950} + VA_\delta(t-1950) + VS_\delta \frac{(t-1950)^2}{200} + R'_{FKZ}.$$

пользуясь «Каталогом 2957 ярких звезд со склонением от  $-10^\circ$  до  $90^\circ$ ».

В этих формулах  $VA_\delta$  и  $VS_\delta$  — соответственно годовое и вековое изменения склонения звезды, а  $R'_{FKZ}$  — поправка за переход к системе FK3.

Если астрономические наблюдения произведены до 1 июля, то среднее склонение звезды вычисляют на начало данного года наблюдения (на эпоху  $t$ ). Для наблюдений после первого июля и до конца года средние склонения звезд вычисляют на начало следующего года (на эпоху  $t + 1$ ).

Видимое среднее склонение  $\delta$  пары Талькотта вычисляют по формуле

$$\delta = \delta_0 + (\delta - \delta_0),$$

где

$$\delta_0 = \frac{1}{2} (\delta_1 + \delta_2);$$

$$\delta - \delta_0 = \frac{1}{n''} (A + A') a'_0 + (B + B') b'_0 + Cc'_0 + Dd'_0;$$

$$a'_0 = \frac{1}{2} (a'_1 + a'_2); \quad b'_0 = \frac{1}{2} (b'_1 + b'_2);$$

$$c'_0 = \frac{1}{2} (c'_1 + c'_2); \quad d'_0 = \frac{1}{2} (d'_1 + d'_2).$$

В этих формулах  $n''$  — годовая прецессия по склонению в секундах времени, выбираемая из «Астрономического ежегодника» на год наблюдения.

Редукционные постоянные  $a'$ ,  $b'$ ,  $c'$  и  $d'$  берут из «Каталога 1967 звезд» или из «Каталога 2957 звезд».

Для северных звезд в нижней кульминации редукционные постоянные выписывают со знаками, обратными указанным в каталогах. Редукционные величины  $(A + A')$ ,  $(B + B')$ ,  $C$  и  $D$  получают интерполированием данных раздела «Редукционные величины на 0 звездного времени» из «Астрономического ежегодника». Интерполяционные множители с точностью до 0,01 вычисляют с прямым восхождением  $\alpha_0$ , средним для всех пар Талькотта, наблюдаемых в данную ночь, по формуле

$$K = \frac{1}{24h} (\alpha_0 - \lambda)^h,$$

причем с интерполяционным множителем положительным интерполируют вперед, а с отрицательным — назад.

Формулы для вычисления разности наклонностей следующие.

1. Отсчеты по барабану микрометра возрастают при увеличении зенитного расстояния:

а) нуль делений шкалы уровня вблизи объектива

$$i_S - i_N = (J + \Pi)_S - (J + \Pi)_N;$$

б) нуль делений шкалы уровня вдали от объектива

$$i_S - i_N = (J + \Pi)_N - (J + \Pi)_S.$$

2. Отсчеты по барабану микрометра убывают при увеличении зенитного расстояния;

а) нуль делений шкалы уровня вблизи объектива

$$i_S - i_N = (J + \Pi)_N - (J + \Pi)_S;$$

б) нуль делений шкалы уровня вдали от объектива

$$i_S - i_N = (J + \Pi)_S - (J + \Pi)_N.$$

**Ж У Р Н А Л**  
**ОПРЕДЕЛЕНИЯ ШИРОТЫ ПО СПОСОБУ ПЕВЦОВА**

*Инструмент V-5" № 1100 «Аэрогеоинструмент»*

Цена деления талькоттовского уровня  $\tau = 2",131$ .  
Хронометр звездный, контактный № 468 Nardin.

$$\lambda = 2^h 42^m 26^s,60; \quad \varphi_0 = 43^\circ 05'$$

$$u = -52^s,00; \quad \text{для } T = 17^h 48^m; \quad \omega_h = -1^s,96.$$

$$i_S - i_N = (\text{I} + \text{II})_S - (\text{I} + \text{II})_N$$

**Пара №**

6/7 августа 1960 г.

$S - 427$

$N - 360$

$S_1 = 18^h 32^m$

$z = 40^\circ 11'$

$S_2 = 18^h 40^m$

$A = 20^\circ 24'$

$A = 159^\circ 36'$

T	Уровень	T	Уровень	$\Delta T_N$
32 <sup>m</sup> 50 <sup>s</sup> ,0	16,0—33,0	39 <sup>m</sup> 52 <sup>s</sup> ,6	17,5—34,4	+108 <sup>s</sup> ,0
33 18,0		40 18,7		+81,9
47,5	16,1—33,2	47,5		+53,1
34 14,5		41 13,5		+27,1
41,5	16,1—33,2	41,0	17,2—34,2	-0,4
35 7,5		42 06,5		-25,9
36,0		34,5	17,2—34,3	-53,9
36 1,5		43 01,0		-80,4
18 <sup>h</sup> 36 <sup>m</sup> 30 <sup>s</sup> ,5	17,1—33,9	18 <sup>h</sup> 43 30,0	17,0—34,0	-109,4
$(T_S)_0 18^h 34^m 40^s,78$	$(\text{I} + \text{II})_S 49,65$	$(T_N)_0 18^h 41^m 40^s,59$	$(\text{I} + \text{II})_N 51,45$	$\sum \Delta T^2 43934$
$u -53,48$		$u -53,80$		$\frac{\sum \Delta T^2}{n} = 4882$
$-\alpha_S 174132,19$		$-\alpha_N 145046,37$		$f = 1 - \frac{\sum \Delta T^2}{n} \cdot \frac{15^2}{2Q^2} =$
$t_S 0^h 52^m 15^s,11$		$t_N 3^h 50^m 0^s,42$		$= 0,999987$
$\delta_S 4^\circ 35' 12",07$		$\delta_N 74^\circ 19' 26",90$		$\delta \varphi = (i_S - i_N) \frac{\tau}{4} \sec A =$
		$i_S - i_N = -1,80$		$= -1",0$

ВЫЧИСЛЕНИЕ ШИРОТЫ ПО СПОСОБУ ПЕВЦОВА

Пара №

$\sin \delta_N$	0,962 806
$\sin \delta_S$	0,079 967
$D$	0,882 839
$\cos \delta_S$	0,996 797
$\cos t_S$	0,974 122
$\cos \delta_N$	0,270 195
$\cos t_N$	0,537 274
$S$	0,971 002
$N$	0,145 169
$S - N$	0,825 833
$\operatorname{tg} \varphi'$	0,935 429
$f$	0,999 987
$\operatorname{tg} \varphi_0$	0,935 417
$\varphi_0$	43° 05' 19",8
$\delta\varphi$	-1 ,0
$\varphi$	43° 05' 18",8

Для целей полевого контроля широту, определенную по способу Певцова, вычисляют с применением арифмометра по следующим формулам:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{S-N}{D} f + \delta\varphi,$$

где

$$D = \sin \delta_N - \sin \delta_S;$$

$$S = \cos \delta_S \cos t_S;$$

$$N = \cos \delta_N \cos t_N;$$

$$f = 1 - \frac{15}{20^2} \cdot \frac{\sum (\Delta T^s)^2}{n} = 1 - 2644 \cdot 10^{-2} \frac{\sum (\Delta T^s)^2}{n};$$



$$\Delta T_S = T_S - (T_S)_0; \quad \Delta T_N = T_N - (T_N)_0;$$

$$(T_S)_0 = \frac{\sum (T_S)_i}{n}; \quad (T_N)_0 = \frac{\sum (T_N)_i}{n};$$

$$\delta\varphi = (i_S - i_N) \frac{\tau}{4} \sec A; \quad A = A_N - 180^\circ$$

$$t_S = (T_S)_0 + u_S - \alpha_S; \quad t_N = (T_N)_0 + u_N - \alpha_N.$$

Если нуль делений шкалы талькоттовского уровня (или наименьшее ее деление) во время наблюдения находится вблизи объектива, то разность наклонов вычисляют по формуле

$$i_S - i_N = (\mathbb{I} + \Pi)_S - (\mathbb{I} + \Pi)_N.$$

Если нуль делений шкалы талькоттовского уровня (или наименьшее его деление) находится вдали от объектива, то разность наклонов вычисляют по формуле

$$i_S - i_N = (\mathbb{I} + \Pi)_N - (\mathbb{I} + \Pi)_S.$$

**Ж У Р Н А Л**  
**ОПРЕДЕЛЕНИЯ ШИРОТЫ ПО ЗЕНИТНЫМ РАССТОЯНИЯМ ПАР ЗВЕЗД,**  
**НАБЛЮДЕННЫХ ПРИ ОДНОМ ПОЛОЖЕНИИ КРУГА**

Инструмент завода «Аэрогеоинструмент» № 30449

Цена деления талькоттовского уровня  $\tau = 2'',16$

$$i = [(I + II) - 40] \frac{\tau}{2}$$

$$\varphi = 62^\circ 41',2; \quad \lambda_0 = 4^h 10^m; \quad u = -25^s,87$$

Дата 2/3 июля 1948 г.

п. Висим

**КЛ**

№ наблюдений	T	Уровень	Вертикальный круг		$\frac{I + II}{2}$	i
			I	II		
<b>S—411</b>						
1	16 <sup>h</sup> 57 <sup>m</sup> 48 <sup>s</sup> ,0	10,6—28,1	31° 41' 28",8 29,0	211° 41' 32",8 33,0	31° 41' 30",9	—1",4
2	59 13 ,0	10,7—28,1	41 29,1 29,0	41 32,5 32,6	41 30,8	—1,3
3	17 00 03 ,0	10,8—28,3	41 30,7 31,2	41 33,7 33,6	41 32,3	—1,0
4	00 50 ,0	10,7—28,2	41 33,2 32,7	41 35,6 36,1	41 34,4	—1,1
5	01 42 ,7	10,7—28,2	41 39,9 39,4	41 42,7 43,2	41 41,3	—1,1
6	02 35 ,0	10,8—28,3	41 48,1 48,7	41 52,9 52,7	41 50,6	—1,0
Барометр 752,1			Термометр +4°,0			

**N—α Ur. min.**

1	17 02 09 ,0	12,0—29,7	27° 58' 30",1 30,6	207° 58' 34",7 35,1	27° 58' 32",6	+1",8
2	02 56 ,0	12,0—29,8	58 21,2 21,4	58 24,0 24,6	58 22,8	+1,9
3	03 40 ,0	12,1—29,9	58 13,9 14,4	58 18,2 18,7	58 16,3	+2,2
4	04 19 ,0	12,1—29,9	58 5,0 5,4	58 9,0 8,8	58 7,0	+2,2
5	05 05 ,0	12,1—29,9	57 57,0 57,2	58 1,7 1,3	57 59,3	+2,2
6	05 50 ,0	12,1—29,9	57 47,0 47,4	57 52,1 52,0	57 49,6	+2,2

## I. Составление списка пар

Выбрав из «Астрономического ежегодника» подходящую по времени северную звезду для наблюдения в верхней кульминации, подсчитывают

$$\delta_S = 2\varphi - \delta_N$$

и находят соответствующую южную звезду.

В случае наблюдения северной звезды в нижней кульминации

$$\delta_S = \delta_N - (180 - 2\varphi).$$

Для вычисления эфемерид служат формулы, приведенные ниже.

Южная звезда	Северная звезда	
	верхняя кульминация	нижняя кульминация
$s = \alpha$ $z = \varphi - \delta$ $A = 0^\circ$	$s = \alpha$ $z = \delta - \varphi$ $A = 180^\circ$	$s = \alpha \pm 12^h$ $z = 180 - (\varphi + \delta)$ $A = 180^\circ$

СПИСОК ЗВЕЗД ДЛЯ НАБЛЮДЕНИЙ В ИНТЕРВАЛЕ ВРЕМЕНИ  $19^h - 20^h$   
 НА П. САРАТОВ  
 ( $\varphi = 51^\circ 32'$ ) в 1954 г.

Звезды	$m$	$\alpha$	$\delta$
$N$ 4	2,1	$1^h 51^m,5$	$89^\circ 03'$
$N$ 19	5,3	$7\ 19\ ,7$	$87\ 07$
463	3,0	$19\ 03\ ,3$	$13\ 48$
470	4,6	$19\ 16\ ,4$	$73\ 16$
473	3,2	$19\ 28\ ,9$	$27\ 52$
480	2,8	$19\ 44\ ,1$	$10\ 30$

**П р и м е ч а н и е.** В столбце «Звезды» номера звезд даны по списку средних мест звезд «Астрономического ежегодника». Если звезда взята из списка средних мест близполюсных звезд «Астрономического ежегодника», то перед номером звезды ставится  $N$ .

### СПИСОК ПАР

№ пар	Звезды	Величина	$S$	$Z$	$A$
1	$S-463$	3,0	$19^h 03^m$	$37^\circ 44'$	$0^\circ$
	$N-19$	5,3	$19\ 20$	$41\ 21$	$180$
2	$N-470$	4,6	$19\ 16$	$21\ 44$	$180$
	$S-473$	3,2	$19\ 29$	$23\ 40$	$0$
3	$S-480$	2,8	$19\ 44$	$41\ 02$	$0$
	$N-4$	2,1	$19\ 54$	$38\ 27$	$181\ 30$

## II. Формулы для вычисления широты в поле

Приближенное зенитное расстояние в меридиане  $z_{m,0}$  находят по формулам:

$$\begin{aligned} z_{m,0} &= \varphi_0 - \delta \text{ — для южной звезды;} \\ z_{m,0} &= \delta - \varphi_0 \text{ — для северной звезды в верхней кульминации;} \\ z_{m,0} &= 180^\circ - (\delta + \varphi_0) \text{ — для северной звезды в нижней кульминации.} \end{aligned}$$

Наблюдения обрабатывают в следующем порядке.

1. Исправляют отсчеты вертикального круга за уровень

$$R = R' + i; \quad L = L' + i,$$

где  $R', L'$  — отсчеты круга,  $i$  — поправка за уровень, причем:

$$\text{а) } i = [m - (I + II)] \frac{\tau}{2},$$

когда подписи делений вертикального круга убывают по ходу часовой стрелки и нуль делений уровня — слева, а  $m$  делений — справа трубки уровня или подписи делений вертикального круга возрастают по ходу часовой стрелки и  $m$  — слева, а нуль — справа;

$$\text{б) } i = [(I + II) - m] \frac{\tau}{2},$$

когда подписи делений вертикального круга убывают по ходу часовой стрелки и  $m$  — слева, а нуль — справа или подписи делений вертикального круга возрастают по ходу часовой стрелки и нуль — слева, а  $m$  — справа.

2. Вычисляют редукцию  $r$  на меридиан:

а) если звезда наблюдалась в часовом угле, меньшем  $20^m$ , редукцию вычисляют при помощи арифмометра по формуле

$$r = km - k^2 \operatorname{ctg} z_{m,0} n,$$

где

$$k = \cos \varphi_0 \cos \delta \operatorname{cosec} z_{m,0}.$$

Второй член в формуле для  $r$  во многих случаях (если он меньше  $0''$ , 1) может быть откинут; величины  $m$  и  $n$  выбирают из «Таблиц для астрономических вычислений»;

б) если звезда наблюдалась в часовом угле, большем  $20^m$ , то редукцию вычисляют по логарифмической формуле

$$\lg r = \lg k + \lg \sin^2 \frac{t}{2} + \frac{1}{2} (z_{\text{сп}} - z') d,$$

где

$$k = \frac{2 \cos \varphi_n \cos \delta}{\sin 1'' \sin \frac{1}{2} (z_{cp} + z_{m, 0})};$$

$d$  — изменение  $\lg \sin \frac{1}{2} (z_{cp} + z_{m, 0})$  на  $1'$ .

3. Находят меридиональные отсчеты ( $R'$ ) и ( $L'$ ), из которых образуют среднее ( $R$ ) и ( $L$ ), причем:

$$а) (R') = R - r; \quad (L') = L + r,$$

если подписи делений вертикального круга убывают по ходу часовой стрелки и северная звезда наблюдалась в верхней кульминации или подписи возрастают по ходу часовой стрелки и звезда наблюдалась в нижней кульминации;

$$б) (R') = R + r; \quad (L') = L - r,$$

если подписи делений убывают по ходу часовой стрелки и северная звезда наблюдалась в нижней кульминации или подписи возрастают по ходу часовой стрелки и звезда наблюдалась в верхней кульминации.

4. Вычисляют широту.

При наблюдении северной звезды вблизи верхней кульминации применяют формулы:

а) когда подписи круга убывают по ходу часовой стрелки

$$\varphi = \frac{1}{2} (\delta_S + \delta_N) + \frac{1}{2} [(R)_S - (R)_N] + \frac{1}{2} (e_S - e_N);$$

$$\varphi = \frac{1}{2} (\delta_S + \delta_N) + \frac{1}{2} [(L)_N - (L)_S] + \frac{1}{2} (e_S - e_N);$$

б) когда подписи круга возрастают по ходу часовой стрелки

$$\varphi = \frac{1}{2} (\delta_S + \delta_N) + \frac{1}{2} [(R)_N - (R)_S] + \frac{1}{2} (e_S - e_N);$$

$$\varphi = \frac{1}{2} (\delta_S + \delta_N) + \frac{1}{2} [(L)_S - (L)_N] + \frac{1}{2} (e_S - e_N).$$

При наблюдении северной звезды вблизи нижней кульминации пользуются формулами:

а) когда подписи круга убывают по ходу часовой стрелки

$$\varphi = 90^\circ - \frac{1}{2} (\delta_N - \delta_S) + \frac{1}{2} [(R)_S - (R)_N] + \frac{1}{2} (e_S - e_N);$$

$$\varphi = 90^\circ - \frac{1}{2} (\delta_N - \delta_S) + \frac{1}{2} [(L)_N - (L)_S] + \frac{1}{2} (e_S - e_N);$$

б) когда подписи круга возрастают по ходу часовой стрелки

$$\varphi = 90^\circ - \frac{1}{2} (\delta_N - \delta_S) + \frac{1}{2} [(R)_N - (R)_S] + \frac{1}{2} (\varrho_S - \varrho_N);$$

$$\varphi = 90^\circ - \frac{1}{2} (\delta_N - \delta_S) + \frac{1}{2} [(L)_S - (L)_N] + \frac{1}{2} (\varrho_S - \varrho_N).$$

ВЫЧИСЛЕНИЕ ШИРОТЫ, ОПРЕДЕЛЕННОЙ ПО ЗЕНИТНЫМ РАССТОЯНИЯМ  
ПАР ЗВЕЗД, НАБЛЮДЕННЫХ ПРИ ОДНОМ ПОЛОЖЕНИИ КРУГА

2/3 июля 1948

S-411

N-a Ur. min.

$\alpha$ $u$	16 <sup>h</sup> 58 <sup>m</sup> 20 <sup>s</sup> ,04 -25,87	$\alpha$ $u$	1 <sup>h</sup> 46 <sup>m</sup> 56 <sup>s</sup> ,32 -25,87
$\alpha - u$	16 58 45,9	$\alpha - u$	1 47 22,2
$\delta$	31° 0' 04",6	$\delta$	89° 00' 56",5
$\delta_0$	31° 0' ,1	$\delta_0$	89° 0'9
$\varphi_0$	62° 41' ,2	$\varphi_0$	62 41',2
		$\delta_0 + \varphi_0$	151° 42' 1
$z_{m,0}$	31 41 ,1	$z_{m,0}$	28 17 ,9
$\cos \varphi_0$	0,4589	$\lg \cos \varphi_0$	9,66168
$\cos \delta_0$	0,8572	$\lg \cos \delta_0$	8,23499
$\operatorname{cosec} z_{m,0}$	1,9038	$\lg (2 : \sin 1'')$	5,61546
		$\lg \operatorname{cosec} \frac{1}{2} (z_{cp} + z_{m,0})$	0,32659
$k$	0,7489	$\lg k$	3,83872
$z_{m,0}$	31° 41'		
$\varrho_0$	37",09		
$(A+B) \varrho_0$	-0,92		
$\varrho_S$	36",17	$z_{cp}$	27° 57'
		$\varrho_0$	31",89
		$(A+B) \varrho_0$	-0,80
		$\varrho_N$	31",09

$$A = -0,0145;$$

$$B = -0,0104;$$

$$A + B = -0,0249$$

## ВЫЧИСЛЕНИЕ МЕРИДОНАЛЬНЫХ ОТСЧЕТОВ

Обозначения	Приемы					
	1	2	3	4	5	6
<b>S-441</b>						
<i>L</i>	31° 41' 29",5	31° 41' 29",5	31° 41' 31",3	31° 41' 33",3	31° 41' 40",2	31° 41' 49",6
<i>r</i>	-1,4	-0,3	-2,4	-6,3	-12,7	-21,4
( <i>L'</i> )	31 41 28,1	31 41 29,2	31 41 28,9	31 41 27,0	31 41 27,5	31 41 28,2
<i>T</i>	16 <sup>h</sup> 57 <sup>m</sup> 48 <sup>s</sup> ,0	16 <sup>h</sup> 59 <sup>m</sup> 13 <sup>s</sup> ,0	17 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup> 03 <sup>s</sup> ,0	17 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup> 50 <sup>s</sup> ,0	17 <sup>h</sup> 01 <sup>m</sup> 42 <sup>s</sup> ,0	17 <sup>h</sup> 02 <sup>m</sup> 35 <sup>s</sup> ,0
$\alpha - u$	16 58 45,9					
<i>t</i>	-0 0 57,9	+0 27,1	+1 <sup>m</sup> 17 <sup>s</sup> ,1	+2 04,1	+2 56,1	+3 49,1
<i>m</i>	1",82	0",40	3",24	8",40	16",94	28",62
<b>N-<math>\alpha</math> Ur. min.</b>						
<i>L</i>	27° 58' 34",4	27° 58' 24",7	27° 58' 18",5	27° 58' 09",2	27 58' 01",5	27° 57' 51",8
<i>r</i>	+19 32,2	+19 41,2	+19 49,6	+19 57,0	+20 05,8	+20 14,4
( <i>L'</i> )	28 18 06,6	28 18 05,9	28 18 08,1	28 18 06,2	25 18 07,3	28 18 06,2
( <i>L</i> <sub>0</sub> )	27 58,6	27 58,3	27 58,3	27 58,2	27 58,0	27 57,9
( <i>M</i> <sub>z</sub> )	360 01,0					
<i>z</i> <sub>1</sub>	27 57,6	27 57,4	27 57,3	27 57,2	27 57,0	27 56,9
<i>z</i> <sub>cp</sub>	27 57,2					
$\frac{1}{2}(z_{cp} - z')$	-0,20	-0,10	-0,05	0,00	+0,10	+0,15
<i>d</i>	23					
<i>T</i>	17 02 09,0	17 02 56,0	17 03 40,0	17 04 19,0	17 05 05,0	17 05 50,0
$\alpha - u + 12^h$	13 47 22,2					
<i>t</i>	3 14 46,8	3 15 33,8	3 16 17,8	3 16 56,8	3 17 42,8	3 18 27,8
$\lg \sin^2 \frac{t}{2}$	9.23 03 6	9.23 36 4	9.23 66 9	9.23 938	9.24 254	9.24 562
$\lg k$	3.83872					
$\frac{1}{2}(z_{cp} - z') d$	-5	-2	-1	0	+2	+3
$\lg r$	3.06903	3.07234	3.07540	3.07810	3.08128	3.08437
<i>r</i>	1172",2	1181",2	1189",6	1197",0	1205",8	1214",4

ВЫЧИСЛЕНИЕ ШИРОТЫ

	$\delta$	$(L)$	$q$
$S-411$ $N-\alpha$ Ur. min.	$30^{\circ} 59' 64'',6$ $89\ 00\ 56,5$	$31^{\circ} 41' 28'',2$ $28\ 18\ 06,8$	$36'',2$ $31,1$
$90^{\circ} - \frac{1}{2} (\delta_N - \delta_S)$	$60^{\circ} 59' 34'',0$		
$\frac{1}{2} [(L)_S - (L)_N]$	$+1\ 41\ 40,7$		
$\frac{1}{2} (q_S - q_N)$	$+2,6$		
$\varphi$	$62^{\circ} 41' 17'',3$		



**Ж У Р Н А Л**  
**АСТРОНОМИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ ПО СПОСОБУ РАВНЫХ ВЫСОТ**

*Инструмент У-5'' № 1014 с контактными микрометром и механизмом для вращения по азимуту.*

Цена деления талькоттовского уровня  $\tau = 1'',982$ .

Цена оборота барабана окулярного микрометра  $R = 137'',0$ .

Дата 14/15 августа 1960 г.

Звезда 484

$S = 18^h 39^m$

$A = 154^\circ,6$  (от точки Севера)

Уровень

14,0	34,0	+1,1
14,8	34,0	+1,2

---

+1,15

№ контакта	T
I	$18^h 38^m 16^s,74$
II	18 ,86
III	21 ,31
IV	23 ,96
V	26 ,36
VI	28 ,98
VII	31 ,31
VIII	34 ,04
IX	36 ,75
X	39 ,33

T набл. (среднее)  $18^h 38^m 27^s,76$

$$\frac{R''}{2} (Шк^{об} - Мx^{об}) = 68'',5 (0,0106 - 0,0026) = 0'',54.$$

При совместном определении времени и широты по способу равных высот применяют универсальные инструменты типа АУ-2''/10'' или У-5'', снабженные контактными микрометрами и механизмами для вращения инструмента по азимуту. В качестве двигателя в этих механизмах применены электромоторы постоянного тока типа МУ-010, имеющие мощность 3,5 *вт* при рабочем напряжении 27 *в*. Необходимую скорость вращения инструмента по азимуту устанавливают по показаниям вольтметра. Рекомендуется тарировать вольтметр на каждом пункте по аргументу азимута звезды. Для построения графика зависимости показаний вольтметра от азимутов звезд специально наблюдают в различных азимутах 6—8 звезд.

Описание механизма для вращения инструмента по азимуту и его применение при наблюдениях способом равных высот прилагается к каждому инструменту, снабженному таким механизмом.

Совместное определение широты и долготы из наблюдений звезд по способу равных высот выполняется по программе А.

Наблюдение звезд в серии производят в следующем порядке.

1. Перед наблюдениями определяют мертвый ход и ширину контакта микрометра. В начале и конце наблюдения серии звезд определяют параллакс перьев (марок) хронографа.

2. Трубу инструмента устанавливают на зенитное расстояние  $45^\circ$  с погрешностью, не превышающей  $1-2'$ .

3. Из «Эфемерид звезд» выбирают азимут и устанавливают трубу инструмента в вертикале наблюдаемой звезды. По данным, полученным из графика, устанавливают напряжение питания электромотора, передвигающего инструмент по азимуту.

4. Появившееся в поле зрения трубы изображение звезды устанавливают рядом с вертикальной нитью и одновременно подключают мотор механизма передвижения инструмента по азимуту. Подвижную нить устанавливают на расстоянии около пол-оборота от соответствующей ограничительной нити.

5. С приближением изображения звезды к ограничительной нити берут отсчет по талькоттовскому уровню и дают сигнал пуска хронографа.

6. С момента вступления изображения на подвижную нить последнюю все время удерживают на звезде на протяжении трех оборотов барабана микрометра, вращая обеими руками его маховички.

7. Дают сигнал остановки хронографа и снова отсчитывают по талькоттовскому уровню.

Следующую звезду наблюдают таким же образом. Серию звезд подбирают так, чтобы их распределение по азимуту было близким к равномерному.

Для целей полевого контроля широту и долготу вычисляют в следующем порядке.

1. Обрабатывают журнал наблюдения и журнал приема радиосигналов времени.

2. По приемам радиосигналов времени двух соседних радиостанций вычисляют поправку хронометров  $U'$  и  $U''$  относительно звездного гринвичского времени по формуле

$$U = T_0 + T_0 \mu + S_0 - x$$

и по разности поправок хронометра вычисляют его часовой ход по формуле

$$\omega_h = \frac{U' - U''}{(x'' - x')_h},$$

где  $x'$  и  $x''$  — отсчеты хронометра в средние моменты приема радиосигналов времени первой и второй радиостанций.

3. Для широты, долготы и зенитного расстояния принимают некоторые, уже известные их приближенные значения  $\varphi_0$  и  $\lambda_0$  так, что

$$z = z_0 + \Delta z;$$

$$\varphi = \varphi_0 + \Delta\varphi;$$

$$\lambda = \lambda_0 + \Delta\lambda.$$

Обычно принимают  $z_0 = 45^\circ 0' 58''$ , 0.

4. Вычисляют приближенные значения поправки хронометра  $u_0$  для моментов наблюдения каждой звезды по формуле

$$u_0 = u'_0 + \omega_h (T_{\text{наб}} - x'),$$

где

$$u'_0 = u' + \lambda_0.$$

5. Для каждой наблюдаемой звезды составляют уравнение погрешностей вида

$$\xi + bx + cy + l = v,$$

где

$$\xi = -\Delta z; \quad b = \cos A;$$

$$x = -\Delta\varphi; \quad c = \sin A.$$

$$y = -15 \cos \varphi \Delta\lambda;$$

В этом уравнении  $\Delta z$ ,  $\Delta\varphi$  и  $\Delta\lambda$  — искомые поправки к принятым приближенным значениям  $z_0$ ,  $\varphi_0$  и  $\lambda_0$ ;  $l$  — свободный член уравнения погрешностей,  $A$  — азимут звезды, отсчитанный от точки севера и выбираемый из рабочих эфемерид.

6. Свободный член  $l$  вычисляют по формуле

$$l = l_0 + \Delta l_b \pm \Delta l_\gamma \pm N,$$

где

$$l_0 = z_{\text{выч}} - z_0.$$

С применением арифмометра зенитное расстояние  $z_{\text{выч}}$  вычисляют по формуле

$$\cos z_{\text{выч}} = \frac{1}{2} [\cos(\varphi_0 - \delta)(1 + \cos t_0) - \cos(\varphi_0 + \delta)(1 - \cos t_0)],$$

где

$$t_0 = T_{\text{наб}} + u'_0 + \omega (T_{\text{наб}} - x') - \alpha;$$

$$u'_0 = T'_0 + T'_0 \mu + S_0 + \lambda_0 - x'.$$

Поправку за параллакс перьев (марок)  $\pm \Delta T_p$  вводят в средний момент наблюдения каждой звезды

$$T_{\text{наб}} \pm \Delta T_p$$

или в результат вывода долготы из серии звезд по формуле

$$\lambda = \lambda_0 + \Delta\lambda \pm \Delta T_p;$$

если при определении параллакса на хронографической ленте отметка пера (марки), записывающего контакты микрометра, находится левее отметки соответствующей секунды хронометра, то перед  $\Delta T_p$  берут знак плюс, а если правее — знак минус.

Поправку за уровень вычисляют по формуле

$$\Delta l_b = \frac{\tau}{2} i;$$

где наклонность  $i$  выражена в полуделениях талькоттовского уровня.

Если наименьшее деление шкалы уровня (или нуль делений шкалы) находятся вблизи объектива, то наклонность вычисляют по формуле

$$i = (m_1 + m_2) - (\text{Л} + \text{П}).$$

Если же наименьшее деление шкалы уровня (или нуль делений шкалы) находятся вдали от объектива, то

$$i = (\text{Л} + \text{П}) - (m_1 + m_2).$$

В этих формулах Л и П — отсчеты по левому и правому концам пузырька талькоттовского уровня;  $m_1$  и  $m_2$  — наименьшее и наибольшее деление на шкале уровня.

Поправку за ширину контакта и мертвый ход микрометра  $\Delta l_v$  вычисляют по формуле

$$\Delta l_v = \left[ \pm \text{Шк}^{06} - Mx^{06} \right] \frac{R^S}{2},$$

где  $R^S$  — цена оборота барабана окулярного микрометра в секунда времени; Шк — ширина контакта;  $Mx$  — мертвый ход. Перед  $\Delta l_v$  берут знак плюс при наблюдениях звезд в западной стороне неба и знак минус при наблюдениях звезд в восточной стороне неба.

При наблюдениях с контактным микрометром типа ЦНИИГАиК знак перед Шк будет плюс, если рабочая отметка на хронографической ленте получается в момент размыкания электрической цепи, и знак минус — в момент замыкания электрической цепи. Величина  $Mx$  имеет свой знак, полученный при образовании разности «ввинчивание минус вывинчивание» по материалам исследования.

Величину  $N$  в целых секундах дуги выбирают такой, чтобы свободные члены  $l$  в данной серии звезд были бы малыми величинами.

Пример вычисления свободного члена с применением арифмометра приведен в табл. 1.

При наличии «Таблиц для вычисления астрономических наблюдений, произведенных по способу равных высот» величину  $l_0$  вычисляют по таблицам логарифмов с применением формул и схем, помещенных в этих таблицах. Пример вычисления свободного члена с применением указанных выше таблиц приведен в табл. 2.

Таблица 1

ПРИМЕР ВЫЧИСЛЕНИЯ  
СВОБОДНОГО ЧЛЕНА  
С ПРИМЕНЕНИЕМ АРИФМОМЕТРА

№ звезды	484
$T_{\text{набл}}$	$18^{\text{h}}38^{\text{m}}27^{\text{s}},76$
$u_{\theta}'$	+1 36 ,55
$\omega_h (T_{\text{набл}} - x')$	+0 ,07
$S$	18 40 04 ,38
$\alpha$	19 50 29 ,00
$t_0$	1 10 24 ,62
$\varphi_0$	$43^{\circ} 05' 20'',00$
$\delta$	0 54 25 ,60
$\varphi_0 - \delta$	$42^{\circ} 10' 54'',40$
$\varphi_0 + \delta$	43 59 45 ,60
$\cos(\varphi_0 - \delta)$	0,741018
$1 + \cos t_0$	1,953177
$\cos(\varphi_0 + \delta)$	0,719388
$1 - \cos t_0$	0,046823
$\cos z_{\text{выч}}$	0,706827
$z_{\text{выч}}$	$45^{\circ} 01' 21'',4$
$z_0$	45 00 58 ,0
$l_0$	+23'',4
$\Delta l_b$	+1 ,1
$\Delta l_v$	-0 ,5
$\pm N$	0 ,0
$l$	+24'',0
$A$	$154^{\circ},6$

Таблица 2

ПРИМЕР ВЫЧИСЛЕНИЯ  
СВОБОДНОГО ЧЛЕНА  
С ПРИМЕНЕНИЕМ ТАБЛИЦ  
ЛОГАРИФМОВ

№ звезды	484
$T_{\text{набл.}}$	$18^{\text{h}}38^{\text{m}}27^{\text{s}},76$
$u_{\theta}'$	+1 36 ,55
$\omega_h' (T_{\text{набл.}} - x')$	+0 ,07
$S$	18 40 04 ,38
$\alpha$	19 50 29 ,00
$t_0$	1 10 24 ,62
$\varphi_0$	$43^{\circ} 05' 20'',00$
$\delta$	0 54 25 ,60
$\varphi_0 - \delta$	$42^{\circ} 10' 54'',40$
$\lg k$	5.629346
$\lg \cos \delta$	9.999946
$\lg \sin^2 \frac{t_0}{2}$	8.369428
$\lg 1$	3.998720
I	9970'',6
II	9947 ,2
III	0 ,0
$l$	+23'',4
$\Delta l_b$	+1 ,1
$\Delta l_v$	-0 ,5
$\pm N''$	0 ,0
$l$	+24'',0
$A$	$154^{\circ},6$

7. Имея уравнения погрешностей, составляют систему нормальных уравнений

$$\begin{aligned} n \xi + [b] x + [c] y + [l] &= 0; \\ [b] \xi + [bb] x + [bc] y + [bl] &= 0; \\ [c] \xi + [bc] x + [cc] y + [cl] &= 0, \end{aligned}$$

которую решают относительно неизвестных  $\xi$ ,  $x$  и  $y$ . Одновременно с решением нормальных уравнений вычисляют весовые коэффициенты и подсчитывают средние квадратические ошибки

$m_z$ ,  $m_\varphi$  и  $m_\lambda$ .

Указания по вычислениям в камеральных условиях широт и долгот, определенных по способу равных высот, приведены в «Руководстве по определению астрономических пунктов по способу равных высот».

---

## ОСНОВНЫЕ АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ПУНКТЫ

Название пункта	Место расположения
Пулково	Главная астрономическая обсерватория. Центр обсерватории
Николаев	Обсерватория. Основной столб
Москва	Павильон ЦНИИГАиК. Основной столб
Ташкент	Астрономическая обсерватория. Основной южный столб на площадке для определения личной разности
Омск	Столб во дворе дома № 25 по Инженерной улице
Новосибирск	Столб во дворе дома № 18 по улице Романова
Ленинград	Служба времени Государственного ордена Ленина университета им. Жданова. Основной столб
Якутск	Павильон ЦНИИГАиК. Восточный столб
Иркутск	Астрономическая обсерватория Иркутского государственного университета им. Жданова. Столб № 1
Воркута	Астрономический павильон ЦНИИГАиК. Западный (большой) столб
Черниговский	Пункт триангуляции 1 класса Свободненской базисной сети (ДВК)
Воронежский	Пункт Хабаровской базисной сети

**Ж У Р Н А Л  
ПРИЕМА РАДИОСИГНАЛОВ**

Хронометр № 341, звездный, контактный завода им. Кирова.  
Радиоприемник ПГБ-52 № 10023.



Дата 23 июня 1960 г.

Радиостанция RWM = 22<sup>h</sup>

Слышимость R = 3

№ серии	№ сигнала	Показание хронометра	Редукция	Показание хронометра в средний момент приема
I	26	20 <sup>h</sup> 44 <sup>m</sup> 03 <sup>s</sup> ,0	+2 <sup>m</sup> 04 <sup>s</sup> ,77	20 <sup>h</sup> 46 <sup>m</sup> 07 <sup>s</sup> ,77
II	2	44 39,5	+1 28,27	,77
	(38)	45 15,0	+0 52,77	,77
III	15	45 52,5	+0 15,29	,79
	(50)	46 27,0	-0 19,23	,77
IV	27	47 04,5	-0 56,71	,79
V	2	47 40,0	-1 32,22	,78
	(39)	48 16,5	-2 08,71	,79
	n = 8			

$$x = 20^{\text{h}}46^{\text{m}}07^{\text{s}},779$$

Табличный интервал времени между средними моментами подачи сигналов, принятых до и после наблюдения долготы... 2<sup>h</sup>0<sup>m</sup> 19<sup>s</sup>, 713.

Разность показаний хронометра в средний момент приемов сигналов до и после наблюдения долготы... 19<sup>s</sup>, 857.

Двухчасовой ход хронометра...  $\omega = -0^{\text{s}},144$ .

Сигналы принял *Старостин*.

**Ж У Р Н А Л**  
**ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВРЕМЕНИ ПО СПОСОБУ ЦИНГЕРА**  
**(С ПРИМЕНЕНИЕМ КОНТАКТНОГО МИКРОМЕТРА)**

$$\varphi = 56^{\circ} 36' 02'', 0;$$

$$\lambda_0 = 5^h 22^m, 9.$$

*Инструмент завода «Аэрогеоинструмент» АУ-2''/10'' № 10114.*

Контактный микрометр типа ЦНИИГАиК.

Хронограф маркопечатающий № 5 фиксирует моменты размыкания электрической цепи.

Хронометр звездный контактный Nardin № 3553.

Цена деления талькоттовского уровня  $\tau = 1'', 623$ .

Цена оборота барабана контактного микрометра.

$$R = 114', 60 = 7'. 640.$$

$$t_W - i_E = (Л + П)_E - (Л + П)_W.$$

Наблюдения при  $L$ , когда нуль делений уровня вдали от объектива

$$\delta\gamma = (-Шк - Mx)^{0^{\circ}} \frac{R^8}{2} \sec \varphi \operatorname{cosec} A_W;$$

$$K_1 = \frac{\tau}{60} \sec \varphi = 0,0491;$$

$$K_2 = \frac{R^8}{2} \sec \varphi = 6,939.$$

*Дата 16/17-X 1960 г.*

$$z = 35^{\circ} 49'$$

$$A_W = 89^{\circ} 51'$$

$$\operatorname{cosec} A_W = 1,000$$

**Пара № 1401**

Уровень  
27,8—9,2  
27,8—9,2

Уровень  
29,9—11,2  
29,7—11,0

$Шк 0^{\delta}, 95$   
 $Mx + 0,01$   
16/17. X.1960 г.

37,00

40,90

Контакт	$T_E - 727$			$T_W - 384$			$\frac{1}{2} (T_E + T_W)$		
	h	m	s	h	m	s	h	m	s
I	19	16	40,97	19	22	17,14	19	19	29,06
II			43,94			14,41			18
III			46,52			11,85			13
IV			49,31			8,94			12

Контакт	$T_E - 727$			$T_W - 384$			$\frac{1}{2}(T_E + T_W)$		
	h	m	s	h	m	s	h	m	s
V		52	,23		6	,19			21
VI		55	,40		3	,26			18
VII		57	,71	22	0	,60			16
VIII	17	0	,43	21	57	,66			04
IX		3	,30		54	,88			09
X		5	,98	21	52	,19			08
Среднее	19	16	53,549	19	22	04,712	19	19	29,130

$$\frac{1}{2}(T_W - T_E) = +2^m 35^s,6$$

$$i_W - i_E - 3,90$$

$$\delta u - 0^s,191$$

$$\delta \gamma - 067$$

$$\delta \alpha + 017$$

---


$$\Sigma - 0^s,241$$

Т а б л и ц а 1

## ВЫЧИСЛЕНИЕ ПОПРАВКИ ХРОНОМЕТРА

По таблицам логарифмов

При использовании арифмометра

1	Дата 16/17-X 1960 г.		1	Дата 16/17-X 1960 г.	
2	№ пары 1401—EW		2	№ пары 1401—EW	
8	№ зв. по АЕ 727; 384		8	№ зв. по АЕ 727; 384	
4	$T$	$19^h 19^m$	4	$T$	$19^h 19^m$
7	$\lambda$	5 23	7	$\lambda$	5 23
9	$S_{гр}$	$13^h 56^m$	9	$S_{гр}$	$13^h 56^m$
10	Табл. множ.	—0,036; —0,008	10	Табл. множ.	—0,036; —0,008
11	$\alpha_E$	$22^h 42^m 21^s,627$	11	$\alpha_E$	$22^h 42^m 21^s,627$
13	$\alpha_W$	15 51 17,082	13	$\alpha_W$	15 51 17,082
15	$\alpha$	$19^h 16^m 49^s,354$	15	5	$19^h 16^m 49^s,354$

По таблицам логарифмов

При использовании арифмометра

16	$\beta$	$3^h 25^m 32^s,3$	16	$\beta$	$3^h 25^m 32^s,3$
5	$\frac{1}{2}(T_W - T_E)$	+2 35,6	5	$\frac{1}{2}(T_W - T_E)$	+2 35,6
17	$t$	$3^h 28^m 07^s,9$	17	$t$	$3^h 28^m 07^s,9$
12	$\delta_F$	$41^\circ 37' 02'',29$	12	$\delta_E$	$41^\circ 37' 02'',29$
14	$\delta_W$	$42 33 58,26$	14	$\delta_W$	$42 33 58,26$
18	$\delta$	$42^\circ 05' 30'',28$	18	$\delta$	$42^\circ 05' 30'',28$
19	$E^\circ$	+28' 27'',98	19	$E^\circ$	+28' 27'',98
20	$E^s$	+113 <sup>s</sup> ,865	20	$E^s$	+113 <sup>s</sup> ,865
			21	26 ( $E^s$ )	+2
24	$\lg \operatorname{ctg} t$	9,89230	32	$\eta(r_0)$	+51
23	$\lg \operatorname{tg} \delta$	9,95584			
21	$\lg E^s + 2\mu(E^s)$	2,05640	26	$\operatorname{tg} \varphi \operatorname{cosec} t$	1,92374
25	$\lg \operatorname{cosec} t$	0,10327			
22	$\lg \operatorname{tg} \varphi$	0,18088			
26	$\lg m_0$	1,90454	22	$\operatorname{tg} \varphi$	1,51661
28	$-2\mu(m_0)$	-1	24	$\operatorname{cosec} t$	1,26845
27	$\lg n_0$	2,34055	25	$\operatorname{ctg} t$	0,78036
29	$\mu(n_0) - 3\mu(m_0)$	+1	23	$\operatorname{tg} \delta$	0,90330
30	$\alpha$	$19^h 16^m 49^s,35$	27	$\operatorname{tg} \delta \operatorname{ctg} t$	0,70490
3	$\frac{1}{2}(T_W + T_E)$	-19 19 29,13	28	$A$	+219 <sup>s</sup> ,047
31	$n$	+3 39,06	29	$B$	+80,265
32	$-m$	-1 20,27			
6	$\sum$	-0,24	30	$r_0$	+138 <sup>s</sup> ,782
			31	$\delta(r_0)$	+2
33	$u$	-21 <sup>s</sup> ,23	33	$B \eta(r_0)$	+4
			34	$\alpha$	$19^h 16^m 49^s,35$
			3	$-\frac{1}{2}(T_W + T_E)$	-19 19 29,13
			35	$r$	+2 18,79
			6	$\sum$	-0,24
			36	$u$	-21 <sup>s</sup> ,23

Поправку хронометра, определенную по способу Цингера с применением контактного микрометра, вычисляют по «Астрономическому ежегоднику» при помощи таблиц логарифмов или арифмометра.

Вычисление поправки хронометра с использованием таблиц логарифмов производят по формуле

$$u = \alpha - \frac{1}{2}(T_W + T_E) + r + \delta u + \delta \gamma + \delta \alpha = \alpha - \frac{1}{2}(T_W + T_E) + r + \sum,$$

где

$$\alpha = \frac{1}{2}(\alpha_E + \alpha_W); \quad r = n - m;$$

$$\lg m = \lg m_0 - 2\mu(m_0);$$

$$\lg m_0 = \lg E^s + 2\mu(E^s) + \lg \operatorname{ctg} t + \lg \operatorname{tg} \delta;$$

$$\lg n = \lg n_0 + \mu(n_0) - 3\mu(m_0);$$

$$\lg n_0 = \lg E^s + 2\mu(E^s) + \lg \operatorname{cosec} t + \lg \operatorname{tg} \varphi;$$

$$\delta = \frac{1}{2}(\delta_E + \delta_W); \quad E^s = \frac{1}{30}(\delta_W - \delta_E);$$

$$\beta = \frac{1}{2}(\alpha_E - \alpha_W); \quad t = \beta + \frac{1}{2}(T_W - T_E);$$

$$\delta u = \frac{\tau^r}{60} \sec \varphi (i_W - i_E) \operatorname{cosec} A_W = k_1 (i_W - i_E) \operatorname{cosec} A_W;$$

$$\delta \gamma = \frac{R^s}{2} \sec \varphi (\pm III\kappa - Mx)^{06} \operatorname{cosec} A_W = k_2 (\pm III\kappa - Mx)^{06} \operatorname{cosec} A_W;$$

$$\delta \alpha = 0^s, 021 \cos z.$$

При наблюдениях теодолитом с контактным микрометром типа ЦНИИГАиК знак перед шириной контакта  $III\kappa$  устанавливают по следующему правилу: если рабочая отметка на хронографической ленте получается в момент замыкания электроцепи (путем закорачивания гнезд хронометра или микрометра), то перед  $III\kappa$  будет знак плюс, а если в момент размыкания, то — знак минус. Для других типов микрометров (с агатовым барабаном или типа Израилева) правила установления знака перед  $III\kappa$  иные.

Разность наклонностей ( $i_W - i_E$ ) вычисляют по формуле

$$i_W - i_E = (\Pi + \Pi)_W - (\Pi + \Pi)_E,$$

если нуль делений шкалы талькоттовского уровня находится вблизи объектива (труба установлена горизонтально при том же круге, что и при наблюдении пар Цингера). Если же нуль делений шкалы талькоттовского уровня во время наблюдений будет находиться вдали от объектива, то разность наклонностей вычисляют по формуле

$$i_W - i_E = (\Pi + \Pi)_E - (\Pi + \Pi)_W.$$

В этих формулах (Л + П) — сумма отсчетов по левому и правому концам пузырька талькоттовского уровня, взятая как среднее арифметическое из отсчетов уровня до и после прохождения каждой звезды пары Цингера.

Логарифмическую поправку  $\mu(x_0) = \frac{Mx_0^2}{6\varrho^2}$  выбирают из специальных таблиц.

Пример вычисления в поле поправки хронометра с применением таблиц логарифмов приведен в табл. 1.

Вычисление поправки хронометра при помощи арифмометра производят по формуле

$$u = \alpha - \frac{1}{2} (T_w + T_E) + r + \Sigma.$$

В этой формуле в основном обозначены те же функции, что и в формуле для вычисления поправки хронометра при помощи таблиц логарифмов (см. стр. 314).

Остальные величины вычисляют по следующим формулам:

$$r = r_0 + 6(r_0) + B \eta(r_0);$$

$$r_0 = A - B;$$

$$A = [E^s + 2\delta(E^s)] \operatorname{tg} \varphi \operatorname{cosec} t;$$

$$B = [E^s + 2\delta(E^s)] \operatorname{tg} \delta \operatorname{ctg} t;$$

$$\delta(x_0) = \frac{(x_0)^3}{6\varrho^2}; \quad \eta(x_0) = \frac{(x_0)^2}{2\varrho^2}.$$

Величины  $\delta(x_0)$  и  $\eta(x_0)$  находят по специальным таблицам.

Пример вычисления в поле поправки хронометра с применением арифмометра приведен в табл. 1.



**Ж У Р Н А Л**  
**ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВРЕМЕНИ ПО СПОСОБУ ДЕЛЛЕНА**

Астрономический инструмент АУ-2''/10'' № 10061

Хронометр звездный контактный Löwner № 3567.

Цена оборота барабана микрометра  $R = 114'',59 = 7^s,639$ .

Цена деления накладного уровня  $\tau = 2'',118 = 0^s,141$ .

Поправка за ширину контакта и мертвый ход

$$\delta\gamma = (-III\kappa - Mx)^{06} \frac{R^2}{2} \sec \delta_S = -0^{06} 0115 \frac{7^s,639}{2} \sec \delta_S.$$

Поправка за окулярный микрометр имеет знак минус при круге право и плюс — при круге лево.

Перед наблюдениями составляют рабочие эфемериды звезд, для чего из «Астрономического ежегодника» берут только южные звезды с зенитными расстояниями от 0 до 50°. По величине звезды должны иметь яркость, достаточную для наблюдения при данных физико-географических условиях.

На каждом астрономическом пункте определяют ширину контакта и цену оборота барабана контактного микрометра по наблюдениям в меридиане не менее трех звезд. Перед началом наблюдения каждый вечер определяют мертвый ход винта микрометра и производят новую установку подвижной нити в вертикальное положение.

Наблюдения, как правило, проводят с накладным уровнем рамного типа.

Порядок наблюдений следующий.

Подвижную нить микрометра отводят от нуля пункта гребенки и устанавливают на отсчет, соответствующий установочной величине, взятой из рабочих эфемерид для данной пары звезд и положения вертикального круга инструмента. Трубу инструмента устанавливают по эфемеридным данным и приближенно наводят подвижной нитью на Полярную. Делают отсчет по накладному уровню.

Наблюдения Полярной начинают в эфемеридный момент; они состоят из четырех последовательных наведений подвижной нити микрометра на Полярную. При каждом наведении берут отсчет по барабану и фиксируют момент наведения по хронометру. Эти моменты наведения рекомендуется фиксировать на ленте хронографа при помощи клавиши, смонтированной на рукоятке ручника для освещения. Наблюдения Полярной заканчивают отсчетами накладного уровня.

Трубу инструмента переводят через зенит и по эфемеридным данным устанавливают на зенитное расстояние южной звезды. Перед ее наблюдениями берут отсчет по накладному уровню.

Наблюдения южной звезды начинают в момент, когда ее изображение в поле зрения трубы достигнет первой по ходу звезды ограничительной нити. Звезду направляют рядом с горизонтальной нитью, проходящей через центр сеточной диафрагмы. Как только изображение южной звезды приблизилось к ограничительной нити, подвижную нить микрометра наводят на звезду и удерживают на ней (биссектируют) на протяжении трех оборотов микрометричного винта путем вращения обеими руками маховичков ручного привода. В конце наблюдения южной звезды снова отсчитывают по накладному уровню.

Вслед за этим алидаду инструмента поворачивают по азимуту на угол  $180^{\circ}30'$  ( $\pm 20''$ ), трубу переводят через зенит и устанавливают на зенитное расстояние той же южной звезды.

Наблюдения южной звезды при втором положении инструмента выполняют в такой же последовательности, как и при наблюдениях при первом положении инструмента.

После наблюдения южной звезды трубу инструмента снова переводят через зенит и производят наблюдения Полярной точно так же, как и при первом положении инструмента.

Между наблюдениями южной звезды при первом и втором положениях инструмента переключатель параллакса марок (перьев) хронографа переводят из одного положения в другое.

Ниже приведен образец журнала наблюдения.

### Журнал наблюдений

Шара № 6

Дата 26/27 июня 1954 г.

#### ЗВЕЗДА ПОЛЯРНАЯ

Круг L			Круг R		
Уровень		Л + П	Уровень		Л + П
9,6	26,0	35,6	13,9	30,2	44,1
26,0	9,8	35,8	23,0	6,6	29,6
	$b_1 - 0,2$			$b_2 + 14,5$	
	$x \ 35,70$			$x \ 36,85$	

№ п. п.	Отсчеты микрометра		Отсчеты хронометра $T_N$			№ п. п.	Отсчеты микрометра		Отсчеты хронометра $T_N$		
	об.	дел.	h	m	s		об.	дел.	h	m	s
1	13	990	21	9	45,4	1	14	159	21	18	35,2
2		977			59,3	2		162			51,1
3		960		10	13,6	3		182		19	4,0
4		957			25,2	4		200			20,6
Среднее $M_{1+3}$	13	9710 9710	21	10	5,88	Среднее $M_{2-4}$	14	1758 1758	21	18	57,72



Круг R	Круг L	
Уровень Л + П	Уровень Л + П	
9,8 26,2 36,0	6,0 22,2 28,2	
25,8 9,3 35,1	30,0 13,6 43,6	
$b_3 + 0,9$	$b_4 - 15,4$	
$x$ 35,55	$x$ 35,90	

—Шк—Мх—0<sup>06</sup>, 0115  
Дата 26 июня 1954 г.

№ контакта	Отсчеты хронометра $T'_S$			Отсчеты хронометра $T''_S$			Среднее $T^0_S$		
	h	m	s	h	m	s	h	m	s
I	21	12	21,81	21	15	38,26	21	14	0,04
II			23,61			36,58			10
III			25,50			34,82			16
IV			27,35			32,83			09
V			29,10			31,09			10
VI			31,73			28,34			04
VII			33,65			26,64			14
VIII			35,37			24,94			16
IX			37,09			23,23			16
X		12	38,87		15	21,52			20
Среднее	21	12	30,408	21	15	29,825	21	14	0,119

Поправку хронометра для целей полевого контроля вычисляют по формуле

$$u = u_1 + \sum + du \frac{\text{tg } \varphi - \text{ctg } z_N}{\text{ctg } z_S + \text{ctg } z_N},$$

где

$$u_1 = a_S - (T^0_S)_{\text{сп}} + P - H;$$

$$P = a_S \sin \varphi - 2\sigma(P_0); \quad P_0 = a_S \sin \varphi;$$

$$H = [F_0 + 3\sigma(F_0)] \text{tg } \delta_S + \sigma(H_0); \quad H_0 = [F_0 + 3\sigma(F_0)] \text{tg } \delta_S;$$

$$F_0 = a_S \cos \varphi; \quad du = u_1 - u_0;$$

$$z_N = (90^\circ - \varphi) + I; \quad z_S = \varphi - \delta_S;$$

$$\sum = \left[ -\frac{\tau}{4} b_S \cos z_S + (\pm \text{Шк} - Mx)^{06} \frac{R^s}{2} \right] \sec \delta_S;$$

$$b_0 = {}_0(\text{Л} + \text{П}) - (\text{Л} + \text{П})_0; \quad a_S = [(a_S)_L + (a_S)_R];$$

$$(a_S)_{L,R} = -(a_N)_{L,R} + \Delta b_N + R^s \Delta M_{L,R};$$

$$\Delta b_N = \frac{\tau}{4} b_N \text{ctg } z_N; \quad \sigma(x) = \frac{(x^s)^3}{6(Q^s)^2};$$

$$\Delta M_{L,R} = \pm (m_{L,R} - M_0) \text{cosec } z_N.$$

В этих формулах приняты следующие обозначения:  $u_0$  — приближенная поправка хронометра, вычисленная по приему радиосигналов времени и приближенной долготы; поправку хронометра  $u_0$  принимают постоянной при вычислении для всех наблюдений, расположенных между приемами сигналов двух смежных радиостанций;  $I$  — поправка в зенитное расстояние Полярной, выбираемая из таблиц «Широта по наблюдениям Полярной» «Астрономического ежегодника»;  $M_0$  — нульпункт микрометра, обычно принимаемый равным 10 оборотам;  $m_{L,R}$  — средние отсчеты микрометра при наблюдениях круг  $L$  и  $R$ ;  $\tau$  — цена деления накладного уровня в секундах времени;  $R$  — цена оборота барабана окулярного микрометра в секундах времени.

Азимут  $a'_S$  отсчитывают от точки юга со знаком плюс к западу и со знаком минус к востоку. Знак азимута Полярной  $a_N$  одинаков со знаком  $\sin t$ , а знак азимута южной звезды  $a_S$  противоположен знаку  $a_N$ .

Азимут Полярной  $a_N$  в секундах времени вычисляют отдельно для наблюдений при круге  $L$  и  $R$  по известным формулам для вычисления азимута по часовому углу Полярной.

Поправки вида  $\sigma(x)$  в единицах времени выбирают из «Таблиц для астрономических вычислений».

Отсчеты по накладному уровню берут стоя лицом к наблюдаемому светилу. В формуле для вычисления наклонности « $b$ » условно обозначено, что из суммы отсчетов по левому и правому концам пузырька уровня при положении нуля уровня слева нужно вычесть сумму отсчетов по концам пузырька уровня при положении нуля уровня справа.

Зенитные расстояния  $z_N$  и  $z_S$  вычисляют по средним для Полярной и южной звезды моментам наблюдения при круге  $L$  и  $R$ .

Если для данного положения круга счетный барабан микрометра находится слева от наблюдателя, а отсчеты по барабану микрометра увеличиваются при ввинчивании винта микрометра, то перед ( $m_{LR} - M_0$ ) ставят знак плюс. При другом положении инструмента знак перед скобкой меняется на обратный.

Если рабочая отметка на хронографической ленте получается в момент замыкания электроцепи (путем закорачивания гнезд хронометра или микрометра), то поправку за ширину контакта прибавляют к вычисленной поправке хронометра, т. е. перед  $\text{IIIк}$  ставят знак плюс.

Если абсолютная величина

$$|du| \geq 1^{\circ},$$

то

$$u = u_1 + \sum$$

исправляют дифференциальной поправкой по формуле

$$du = \frac{\operatorname{tg} \varphi - \operatorname{ctg} z_N}{\operatorname{ctg} z_S + \operatorname{ctg} z_N} \cdot$$

**ВЫЧИСЛЕНИЕ В ПОЛЕ ДОЛГОТЫ, ОПРЕДЕЛЕННОЙ ПО ПРОГРАММЕ А**

Долготу астропункта вычисляют по формуле

$$\lambda = x_0 + u_0 - S,$$

где

$$x_0 = \frac{1}{2}(x' + x''); \quad u_0 = \frac{1}{n} \sum (u_i + \omega_{10m} \cdot \tau_0); \quad S = \frac{1}{2}(S' + S'');$$

$$\tau_0 = \frac{1}{10}(x_0 - T_i)_m; \quad \omega_{10m} = \frac{u'' - u'}{\tau}; \quad \tau = \frac{1}{10}(x'' - x')_m;$$

$$u' = S' - x'; \quad u'' = S'' - x'';$$

$$S' = S_0 + T'_0 + T'_0 \mu; \quad S'' = S_0 + T''_0 + T''_0 \mu.$$

В этих формулах приняты следующие обозначения:  $x'$  и  $x''$  — показания хронометра в средние моменты приема радиосигналов времени первой и второй радиостанции;  $u_0$  — средняя поправка хронометра, приведенная десятиминутным ходом  $\omega_{10m}$  с момента наблюдения каждой поправки  $T_i$  к моменту  $x_0$ ;  $u'$  и  $u''$  — поправки хронометра относительно гринвичского звездного времени по приемам радиосигналов времени первой и второй радиостанции;  $S'$  и  $S''$  — звездное гринвичское время в средние моменты подачи радиосигналов времени первой и второй радиостанции;  $\tau$  и  $\tau_0$  — интервалы времени, выраженные в десятках минут;  $n$  — число поправок хронометра;  $S_0$  — звездное время в среднюю гринвичскую полночь, предшествующую моментам наблюдения;  $T'_0$  и  $T''_0$  — табличные (обусловленные) моменты середины подачи радиосигналов времени первой и второй радиостанции во всемирном времени;  $\mu$  — коэффициент перевода среднего времени в звездное.

Ниже приведен пример вычисления долготы по наблюдениям поправок хронометра по способу Цингера 11/12-IX 1958 г. на пункте, имеющем широту  $\varphi_0 = 50^\circ 10'$  и долготу  $\lambda_0 = 2^h 31^m$ .

а) Вычисление хода хронометра

Радиостанция	RWM-16 <sup>h</sup>	RPT-18 <sup>h</sup>
Схема		
$S_0$	23 <sup>h</sup> 18 <sup>m</sup> 01 <sup>s</sup> ,88	23 <sup>h</sup> 18 <sup>m</sup> 01 <sup>s</sup> ,88
$T_0 + T_0 \mu$	16 6 8,28	18 6 27,99
$S', S''$	15 <sup>h</sup> 24 <sup>m</sup> 10 <sup>s</sup> ,16	17 <sup>h</sup> 24 <sup>m</sup> 29 <sup>s</sup> ,87
$x', x''$	17 53 49,63	19 54 8,95
$u', u''$	-2 <sup>h</sup> 29 <sup>m</sup> 39 <sup>s</sup> ,47	-2 <sup>h</sup> 29 <sup>m</sup> 39 <sup>s</sup> ,08
$\tau$		12,03
$\omega_{10m}$		+0 <sup>s</sup> .033

б) Вычисление средней поправки хронометра

№ пар	$T_i$	$u_i$	$\tau_0$	$\omega_{10} m \tau_0$	$u_i + \omega_{10} m \tau_0$
375	18 <sup>h</sup> 21 <sup>m</sup> ,6	+60 <sup>s</sup> ,19	+3,24	+0 <sup>s</sup> ,11	+60 <sup>s</sup> ,30
377	34 ,1	16	+1,99	+ 7	23
380	45 ,3	23	+0,87	+ 3	26
387	19 3 ,0	31	-0,90	- 3	28
391	12 ,0	28	-1,80	- 6	22
396	23 ,4	30	-2,94	- 10	20
400	33 ,9	37	-3,99	- 13	24
$n = 7$			Среднее +60 <sup>s</sup> ,25		

в) Вычисление долготы

$x_0$	$S$	$x_0 - S$	$u_0$	$\lambda$
18 <sup>h</sup> 53 <sup>m</sup> 59 <sup>s</sup> ,29	16 <sup>h</sup> 24 <sup>m</sup> 20 <sup>s</sup> ,02	2 <sup>h</sup> 29 <sup>m</sup> 39 <sup>s</sup> ,27	+60 <sup>s</sup> ,25	2 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> 39 <sup>s</sup> ,52

**Ж У Р Н А Л**  
**ОПРЕДЕЛЕНИЯ АЗИМУТА ЗЕМНОГО ПРЕДМЕТА**  
**ПО СПОСОБУ ИЗМЕРЕНИЯ УГЛА**  
**МЕЖДУ ПОЛЯРНОЙ И ЗЕМНЫМ ПРЕДМЕТОМ**

*Инструмент АУ2''/10'' № 3205*

Хронометр завода им. Кирова № 345

Цена одного деления микрометра:

главной трубы  $\mu = 1'',146$ ;  $\pm$  при КЛ, — при КП  
 поверительной трубы  $\mu_1 = 1'',430$

Цена деления накладного уровня  $\tau_1 = 2'',25$ ,  $m = 35$

Определение рена  $\begin{cases} r_A = -0'',38 \\ r_B = +0,22 \end{cases}$

1 августа 1953 г.

$\varphi = 50^{\circ}11'12''$

$\lambda = 3^h01^m$

$H = 426 \text{ м.}$

## 1. Обработка журнала наблюдений

1. Поправку за окулярный микрометр главной трубы вычисляют по формуле

$$\pm (M - 10) \mu_{\text{гл. т}} \operatorname{cosec} z.$$

Если берут отсчет по поверительной трубе, то присоединяется поправка за ее окулярный микрометр

$$\pm (M - 10) \mu_{\text{пов}} \operatorname{cosec} z,$$

где  $z$  — зенитное расстояние наблюдаемого предмета; если  $\operatorname{рен}$  более 0,3 деления, то из специально составляемых таблиц берут поправку, которую также присоединяют к двум предыдущим.

Указания о знаке поправки за окулярный микрометр поверительной и главной трубы инструмента, у которого надписи делений горизонтального круга возрастают по ходу часовой стрелки, даны в § 131 настоящей Инструкции. Если надписи делений горизонтального круга возрастают против хода часовой стрелки, то указанный в § 131 знак поправки за окулярный микрометр главной трубы меняется на обратный.

**Примечание.** Если при визировании на земной предмет наклон визирного луча к горизонту составляет угол больше  $1^\circ$ , то по отсчетам накладного уровня при наблюдении земного предмета вычисляют еще поправку за наклонность горизонтальной оси по формуле

$$\Delta = b \frac{\tau}{2} \operatorname{ctg} z,$$

где  $z$  — зенитное расстояние земного предмета.

2. Наклонность горизонтальной оси в полуделениях уровня при наблюдении Полярной вычисляют следующим образом. Если уровень переключался между первым и вторым наблюдениями Полярной, то наклонность выводится одинаковая для обоих ее наблюдений в одном полуприеме. Для этого при каждом наблюдении Полярной выводят средние из отсчетов уровня до 0,05 и выписывают их суммы ( $\text{Л} + \text{П}$ ); из этих сумм берут среднее для каждого полуприема.

Далее вычисляют наклонность:

а) если нуль делений уровня слева, то из среднего ( $\text{Л} + \text{П}$ )<sub>ср</sub> вычитается соответствующая сумма

$$b = (\text{Л} + \text{П})_{\text{ср}} - (\text{Л} + \text{П});$$

б) если нуль делений справа, то среднее ( $\text{Л} + \text{П}$ )<sub>ср</sub> вычитается из соответствующей суммы

$$b = (\text{Л} + \text{П}) - (\text{Л} + \text{П})_{\text{ср}};$$

в) если нуль делений в середине, то  $b = (\text{Л} + \text{П})_{\text{ср}}$ , причем для вычисления ( $\text{Л} + \text{П}$ ) отсчету по левому концу пузырька приписывается знак «плюс» и по правому — знак «минус».

## ПРИЕМ VIII

Дата 12/13 августа 1953 г.

Видимость удовлетворительная

Состояние погоды: ясно, тихо +24°

 $s = 16^h 05^m$  Круг  $L \operatorname{ctg} z = 1,166$   
 $z = 40^\circ 36', 7$   $\operatorname{cosec} z = 1,536$ 
 $\tau/2 \operatorname{ctg} z = 1,312$   
 $\mu \operatorname{cosec} z = 1,760$ 

Объекты наблюдения	Отсчеты по микрометрам		T	уровень (I+II) $\sigma_B$ (I+II)	Отсчеты по микроскопам			$\frac{a+b}{2}$ } A B среднее	Поправки за гл. тр., ур., реп, сумма	Направление ° ' "
	главной трубы	поверительной трубы			с лимба ° '	$\alpha_1 b_1$ } A $\alpha_2 b_2$ } B среднее				
Земной предмет, гелиотроп	99,5	0,1			121 01	4,3	10,4	9,7	+0,23	
	1,0	1,5				21,8	20,7	22,5	+1,79	
	0,6	2,0								
	99,5	1,1								
	0,2	1,2						16,10	+1,95	121 01 18 ,05
$\alpha$ Ursae minoris	99,1	2,0	00	10,7—20,7	25 05	4,2	10,2	9,4	+1,46	
	1,0	1,1	08			4,6	3,2	7,8	+2,67	
	2,4	2,5	16 04 16	24,0—14,0					+4,33	
	0,83	1,87	16 04 08,0	34,7—34,7 $x = +0,30$ $b = +3,30$				8,60	+8,46	25 05 17 ,06
	1,5	2,6	08	24,0—14,0	25 05	22,8	23,8	26,6	+5,51	
	2,9	2,0	15			23,7	21,2	24,9	+3,58	
	5,0	2,9	$16^h 05^m 24^s$	9,5—19,6					+5,84	
	3,13	2,50	16 05 15,7	33,5—33,6 $x = +1,45$ $b = +4,45$				25,75	+14,93	25 05 40 ,68
Земной предмет, гелиотроп	2,5	2,0			121 01	2,1	3,0	5,1	+3,44	
	2,0	2,7				14,0	12,4	16,4	+3,72	
	3,3	2,5								
	4,0	3,0								
	3,0	2,6						10,75	+7,16	121 01 17 ,91

 $s = 16 09$  $\lambda + \alpha = 4 53$  $s - (\lambda + \alpha) = 11^h 16^m$ 

Доли суток = +0,469

Среднее = 121 01 17 ,98

 $2c = +6,38$

$$s = 16^h 13^m \text{ Крур } R \quad \text{ctg } z = 1,167$$

$$z = 40^\circ 35',6 \quad \text{cosec } z = 1,537$$

$$\tau/2 \text{ ctg } z = 1,313$$

$$\mu \text{ cosec } z = 1,761$$

Земной предмет, гелиотроп	1,8	3,0			301 01	4,1	4,6	8,7	-2,18	301 01 11 ,67	
	1,5	2,6				11,3	4,7	11,0	+4,00		
	1,8	2,8									
	2,5	3,0									
	1,9	2,8						9,85	+1,82		
$\alpha$ Ursae minoris	0,5	3,0		42	19,5-9,4	205 07	22,3	22,2	24,5	+2,82	205 07 32 ,59
	98,9	3,5		51	15,6-25,7		41,8	34,6	41,4	+4,96	
	95,8	3,9	16 12	00	35,1-35,1					-8,14	
	98,40	3,47	16 11	51,0	$x = -0,10$ $b = -6,20$				32,95	-0,36	
	2,0	4,0		15	15,6-25,7	205 07	53,6	11,0	57,4	-1,23	205 08 01 ,22
	0,8	3,2		23		08	12,8		13,8	+4,86	
	99,3	3,0	16 <sup>h</sup> 13 <sup>m</sup> 32 <sup>s</sup>		19,6-9,5					-8,01	
	0,70	3,40	16 13	23,3	35,2-35,2 $x = -0,20$ $b = -6,10$				5,60	-4,38	
Земной предмет, гелиотроп	98,7	3,0				301 01	1,0	2,2	3,2	+0,80	301 01 10 94
	0,5	3,9					2,1	4,4	6,5	+5,29	
	98,4	4,0							4,85	+6,09	
	99,5	4,0									
	99,3	3,7									

$$\alpha = ^h 51^m 33^s,35$$

$$\delta = +89^\circ 02' 37'',51$$

$$u = -0^m 05^s,16$$

$$\text{Среднее} = 301 01 11 ,30$$

$$2c = +6,97$$



В случае, когда уровень переключали при каждом наблюдении Полярной, наклонности будут получаться различные в разных ее наблюдениях.

Наклонность  $b$  и нульпункт  $x$  находят по формулам:

а) для уровней, у которых нуль делений надписан на краю трубки

$$b = \frac{(\Pi_2 - \Pi_1) + (\Pi_2 - \Pi_1)}{2}; \quad x = \frac{[2m - \{(\Pi_1 + \Pi_2) + (\Pi_1 + \Pi_2)\}]}{2},$$

причем индекс «1» относится к записи уровня, когда нуль находится слева, и «2», когда нуль находится справа;  $m$  — число делений на трубке уровня;

б) для уровней, у которых нуль делений надписан в середине

$$b = \frac{(\Pi_1 + \Pi_2) + (\Pi_1 + \Pi_2)}{2}; \quad x = \frac{(\Pi_1 - \Pi_2) + (\Pi_1 - \Pi_2)}{2},$$

причем левому концу пузырька уровня приписывается знак «плюс» и правому — знак «минус»; индекс «1» относится к записи уровня, когда его исправительные винты находятся слева, и «2», когда они располагаются справа. Отсчеты пузырька по концу, ближайшему к исправительному винту, следует записывать в скобках.

3. Для среднего момента наблюдения каждого полуприема вычисляют зенитное расстояние Полярной по формуле

$$z = 90^\circ - \varphi + 1,$$

причем величину 1 выбирают из таблиц Полярной «Астрономического ежегодника».

4. Для каждого приема вычисляют поправку хронометра  $u$  до  $0^s,01$ .

## II. Вычисление азимута земного предмета

Формулы для вычислений:

$$\lg \operatorname{tg} A_N = \lg m + \lg \sin t + \lg v;$$

$$m = \operatorname{ctg} \delta \sec \varphi;$$

$$n = \operatorname{ctg} \delta \operatorname{tg} \varphi \cos t;$$

$$v = \frac{1}{1-n};$$

$$M_L = (L) + A_{N,L}; \quad M_R = (R) \pm 180^\circ + A_{N,R};$$

$$M_N = M_{cp} + cq - \delta A;$$

$$c = \frac{M_L - M_R}{p};$$

$$N = \frac{L - [R \pm 180]}{2};$$

$$c = \frac{L - [R \pm 180]}{2};$$

$$a = N - M_N;$$

$$t = T - (a - u);$$

$$p = \operatorname{cosec} z_R + \operatorname{cosec} z_L;$$

$$q = \frac{1}{2} (\operatorname{cosec} z_R - \operatorname{cosec} z_L);$$

$$\delta A = 0'',16 p \cos \varphi.$$

Здесь  $A_N$  — азимут Полярной, отсчитываемый от севера к западу со знаком «плюс» и к востоку — со знаком «минус», ( $L$ ) и ( $R$ ) — отсчеты по горизонтальному кругу при наблюдениях Полярной;  $M_N$  — место севера на горизонтальном круге;

$L$  и  $R$  — отсчеты по горизонтальному кругу при наблюдении предмета, взятые как средние из первого и второго наведений в каждом полуприеме;

$a$  — азимут земного предмета от 0 до 360°, отсчитываемый от севера к востоку.

Величину  $\lg v$  выбирают из «Таблиц для астрономических вычислений». Величины  $M_L$  и  $M_R$  в каждом полуприеме не должны различаться более чем на 8''.

Значение  $c$ , полученное по наблюдениям земного предмета, не должно отличаться от значения  $c$ , вычисленного по Полярной, более чем на 5''.

Из всех вычисленных значений азимута, удовлетворяющих требованиям инструкции, вычисляют арифметическое среднее до 0'', 1, а также средние квадратические ошибки определения азимута из одного приема и окончательного результата по формулам

$$m = \pm \sqrt{\frac{\sum \delta^2}{n-1}} \quad \text{и} \quad M = \pm \frac{m}{\sqrt{n}},$$

где  $n$  — число приемов, включенных в сводку для вывода среднего значения азимута.

ВЫЧИСЛЕНИЕ АЗИМУТА ЗЕМНОГО ПРЕДМЕТА, ПОЛУЧЕННОГО ПО СПОСОБУ  
ИЗМЕРЕНИЯ УГЛА МЕЖДУ ПОЛЯРНОЙ И ЗЕМНЫМ ПРЕДМЕТОМ

Прием XIII

12/13 августа 1953 г.

Объект наблюдения — Гелиотроп

Обозначения	Круг L	Круг L	Круг R	Круг R
$T$	16 04 08,0	16 05 15,7	16 11 51,0	16 13 23,3
$a-u$	1 51 38,5	1 51 38,5	1 51 38,5	1 51 38,5
$t$	14 12 30	14 13 37	14 20 12	14 21 45
$\lg \sin t$	9.73 756 $n$	9.74 079 $n$	9. 75 913 $n$	9.76 329 $n$
$\lg \cos t$	9.92 297 $n$	9.92 159 $n$	9. 91 310 $n$	9.91 102 $n$
$\lg n$	8.22 451 $n$	8.22 313 $n$	8. 21 464 $n$	8.21 256 $n$
$\lg m \sin t$	8.15 366 $n$	8.15 689 $n$	8. 17 523 $n$	8.17 939 $n$
$\lg v$	-722	-720	-706	-703
$\lg \operatorname{tg} A_N$	8.14 644 $n$	8.14 970 $n$	8. 17 817 $n$	8.17 236 $n$
$(L) (R \pm 180)$	25 05 17,1	25 05 40,7	25 07 32,6	25 08 01,2
$A_N$	-0 48 09,7	-0 48 31,5	-0 50 37,9	-0 51 07,3
$M_L, M_R$	24 17 07,4	24 17 09,2	24 16 54,7	24 16 53,9
Среднее	24 17 08,3		24 16 54,3	
$\varphi$	50° 11' 12",0	$p$	3,07	
$\alpha$	1 <sup>h</sup> 51 <sup>m</sup> 33 <sup>s</sup> ,3	$q$	0,00	
$u$	-5,2	$L$	121 01 18,0	
$\delta$	89°02'37",5	$R \pm 180$	01 11,3	
$\lg m = \lg \operatorname{ctg} \delta \sec \varphi$	8.41610	$c$ по земному предмету	121 01 14,6	
$\lg \sec \varphi$	0.19362	$c$ по Полярной	+3.4	
$\lg \operatorname{ctg} \delta$	8.22248	$M_{\text{ср}}$	+4.6	
$\lg \operatorname{tg} \varphi$	0.07906	$c_q$	24 17 01.3	
$\lg \operatorname{ctg} \delta \operatorname{tg} \varphi$	8.30154	$\delta A$	0.0	
$0'', 16 \cos \varphi$	0.102	$N$	0.3	
		$M_N$	121 01 14,6	
		$a$	24 17 01,0	
			96 44 13,6	

### ПРИВЕДЕНИЕ НАБЛЮДЕННЫХ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ШИРОТ, ДОЛГОТ И АЗИМУТОВ К ЦЕНТРАМ ПУНКТОВ

Если астрономическую широту и долготу определяют со столба, марка которого является и маркой пункта, то в журналах наблюдения времени и широты делают следующую запись: «Наблюдение астрономических координат произведено со столба, центр марки которого является центром пункта». Если астрономические определения производят со столба или штатива, находящегося вне центра пункта, то астрономические координаты столба или штатива должны быть приведены к центру пункта.

Для приведения широты и долготы к центру пункта измеряют азимут направления с центра инструмента на центр пункта, который непосредственно отсчитывают по ориентированному в меридиане горизонтальному кругу инструмента, и расстояние между этими центрами. Расстояние измеряют стальной рулеткой дважды — в прямом и обратном направлениях. Расхождения между результатами измерений не должны превышать 2 см. В случае наклонной линии измеряют угол наклона при двух положениях круга одним приемом и по углу наклона вычисляют поправку за приведение измеренной линии к горизонту.

На соответствующей странице журнала составляют схему взаимного расположения центра пункта и центра инструмента, показывают направление меридиана и записывают числовые значения элементов центрировки (табл. 1). Поправки за приведение широты и долготы к центру пункта вычисляют по формулам

$$\Delta\varphi = \frac{l \cos a}{I} ; \quad \varphi = \varphi_0 + \Delta\varphi ;$$

$$\Delta\lambda = \frac{l \sin a}{II} ; \quad \lambda = \lambda_0 + \Delta\lambda ,$$

где  $l$  — расстояние (приведенное к горизонту) между центрами инструмента и пункта;

$a$  — азимут направления с центра инструмента на центр пункта;

$I$  — длина дуги меридиана в  $1''$  на данной широте в метрах (выбирается из табл. 2);

$II$  — длина дуги параллели в  $1''$  на данной широте в метрах (выбирается из табл. 2);

Для приведения азимута направления на земной предмет к центру тригонометрического пункта определяют элементы центрировки  $a$ ,  $l$  и  $Q$ , элементы редукции  $l_1$  и  $Q_1$ , а также получают расстояние между пунктами и среднюю широту. Схему расположения инструмента и центров пунктов помещают на соответствующей странице



## ДЛИНЫ ДУГ МЕРИДИАНОВ И ПАРАЛЛЕЛЕЙ (В МЕТРАХ)

Ф	Длина дуги меридиана в 1" (I)	Длина дуги параллели в 1" (II)	Ф	Длина дуги меридиана в 1" (I)	Длина дуги параллели в 1" (II)
30°		26,80	55°		17,78
31	30,80	26,53	56	30,93	17,33
32	30,80	26,25	57	30,93	16,88
33	30,80	25,96	58	30,94	16,43
34	30,81	25,66	59	30,94	15,97
35	30,81	25,36	60	30,95	15,50
36	30,82	25,05	61	30,95	15,03
37	30,83	24,73	62	30,96	14,56
38	30,83	24,40	63	30,96	14,08
39	30,84	24,06	64	30,96	13,59
40	30,84	23,72	65	30,97	13,10
41	30,85	23,37	66	30,97	12,61
42	30,85	23,01	67	30,98	12,12
43	30,86	22,65	68	30,98	11,62
44	30,86	22,28	69	30,98	11,11
45	30,87	21,90	70	30,99	10,61
46	30,87	21,52	71	30,99	10,10
47	30,88	21,13	72	31,00	9,58
48	30,88	20,73	73	31,00	9,07
49	30,89	20,33	74	31,00	8,55
50	30,89	19,92	75	31,00	8,03
51	30,90	19,50	76	31,01	7,50
52	30,91	19,08	77	31,01	6,98
53	30,91	18,65	78	31,01	6,45
54	30,92	18,22	79	31,01	5,92
55	30,92	17,78	80	31,02	5,39

Пример вычисления поправок в азимут за центрировку, редукцию и сближение меридианов

$c''$	$+0'',03$	$l$	$20,73$
$l$		$\sin a$	
$\sin Q$	$20,730$	$\sin \varphi_0$	$0,469$
$\frac{g''}{D}$	$0,00017$	II	$16,53$
$\sin Q_1$	$8,17280$	$\gamma$	
$l_1$	$0,97815$	$+0'',50$	
$r''$	$0,032$		
	$+0'',26$		

$$\Delta A = +0'',03 + 0'',26 + 0'',50 = +0'',79.$$

---

**Ж У Р Н А Л**  
**ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛИЧНОЙ РАЗНОСТИ**  
**ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО АЗИМУТА**

*Инструмент АУ-2''/10'' № 10112*

Цена деления накладного уровня

$$\tau = 2'',108 = 0^s,1405$$

Цена оборота барабана контактного микрометра  $R = 114'',00 = 7^s,600$

Формулы уровня:

$$b = o (Л + П) - (Л + П) o,$$

$$x = \frac{1}{2} [(Л_1 + Л_2) + (П_1 + П_2)],$$

$$Mx - Шк = -0^s,0554.$$

Хронограф маркопечатающий № 4 фиксирует моменты размыкания электрической цепи.

Контактный микрометр типа ЦНИИГАиК с постоянной замкнутой цепью.



## Пара № 1

ЗВЕЗДА ЮЖНАЯ № 2859

Круг L				Круг R			
Уровень				Уровень			
$L_1$	$\Pi_1$	$L_1 + \Pi_1$	$x$	$L_1$	$\Pi_1$	$L_1 + \Pi_1$	$x$
$L_2$	$\Pi_2$	$L_2 + \Pi_2$	$b$	$b_{ср}$	$L_2$	$\Pi_2$	$L_2 + \Pi_2$
26,2—9,0		35,2			28,3—11,4	39,4	
7,6—25,0		32,6	33,90		6,7—23,8	30,5	34,95
33,8	34,0		-2,6	-5,75	35,0	34,9	-8,9
Горизонтальный круг				Горизонтальный круг			
A	B	$1/2 (A + B)$		A	B	$1/2 (A + B)$	
359° 29' 44",0	30' 03",1			180° 30' 01",8	27' 03",7		
43,6	11,7			04,7	03,3		
47,6	9,8	359° 29' 58",70		06,5	07,0	180° 28' 36",75	

$$1/2 (L + R \pm 180^\circ) = 359^\circ 59' 17",72$$

## РЕЗУЛЬТАТЫ РАСШИФРОВКИ ХРОНОГРАФИЧЕСКОЙ ЛЕНТЫ

Контакты	$T_1$	$T_2$	$1/2 (T_1 + T_2)$
1	$23^h 4^m 5^s,43$	$23^h 7^m 41^s,22$	$23^h 5^m 53^s,32$
2	7,08	39,58	33
3	8,81	38,15	48
4	10,25	36,62	44
5	11,83	35,02	42
6	13,28	33,55	42
7	14,82	31,95	38
8	16,35	30,50	42
9	17,80	28,90	35
10	19,38	27,44	41
Среднее	23 4 12,50	23 7 34,29	23 5 53,40

ЗВЕЗДА СЕВЕРНАЯ № 1439 (В НИЖНЕЙ КУЛЬМИНАЦИИ)

Круг R				Круг L			
Уровень				Уровень			
Л <sub>1</sub> П <sub>1</sub>	Л <sub>1</sub> +П <sub>1</sub>	<i>x</i>		Л <sub>1</sub> П <sub>1</sub>	Л <sub>1</sub> +П <sub>1</sub>	<i>x</i>	
Л <sub>2</sub> П <sub>2</sub>	Л <sub>2</sub> +П <sub>2</sub>	<i>b</i>	<i>b</i> <sub>ср.</sub>	Л <sub>2</sub> П <sub>2</sub>	Л <sub>2</sub> +П <sub>2</sub>	<i>b</i>	
9,2—26,3	35,5			10,0—27,0	37,0		
25,0—7,8	32,8	34,15		24,0—6,5	30,5	33,75	
34,2 34,1		+2,7	+4,60	34,0 33,5		+6,5	
Горизонтальный круг			Горизонтальный круг				
А	Б	1/2 (А + Б)	А	Б	1/2 (А + Б)		
359° 30' 04",6	30' 31",4		180° 30' 02",0	27' 02",2			
10,0	31,3		02,7	04,0			
9,6	32,7	359° 30' 21",15	04,7	06,2	180° 28' 35",45		

$$1/2 (L + R \pm 180^\circ) = 179^\circ 59' 28",30$$

$$a = 1/2 (L + R)_{\text{сев}} - 1/2 (L + R)_{\text{юж}} + 180^\circ = +10",58 = +0",705$$

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСШИФРОВКИ ХРОНОГРАФИЧЕСКОЙ ЛЕНТЫ

Контакты	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	1/2 (T <sub>1</sub> + T <sub>2</sub> )
1	23 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup> 20 <sup>s</sup> ,08	23 <sup>h</sup> 23 <sup>m</sup> 42 <sup>s</sup> ,25	23 <sup>h</sup> 19 <sup>m</sup> 31 <sup>s</sup> ,16
2	23,58	38,86	22
3	27,32	35,24	28
4	31,20	31,50	35
5	34,43	28,05	24
6	38,03	24,54	28
7	41,52	21,32	42
8	45,20	17,35	28
9	48,26	14,18	22
10	52,14	10,35	24
Среднее	23 15 36,18	23 23 26,36	23 19 31,27

**Ж У Р Н А Л**  
**ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО АЗИМУТА**

*Инструмент АУ-2'/310'', № 10112*

Цена деления накладного уровня  $\tau = 2'',108 = 0^s,1405$

Цена оборота барабана контактного микрометра  $R = 114'',00 = 7^s,600$

Формулы уровня

$$b = \circ (\text{Л} + \text{П}) - (\text{Л} + \text{П}) \circ,$$

$$x = \frac{1}{2} [(\text{Л}_1 + \text{Л}_2) + (\text{П}_1 + \text{П}_2)],$$

$$(\text{Мх} - \text{Шк}) = -0^s,0554.$$

Хронограф маркопечатающий № 4 фиксирует моменты замыкания электрической цепи.

Контактный микрометр типа ЦНИИГАиК с постоянно замкнутой цепью.

## РЕЗУЛЬТАТЫ РАСШИФРОВКИ ХРОНОГРАФИЧЕСКОЙ ЛЕНТЫ

Контакты	$T_1$	$T_2$	$1/2 (T_1 + T_2)$
1	20 33 15,18	20 39 37,15	20 36 26,16
2	18,68	33,76	22
3	22,42	30,14	28
4	26,30	26,40	35
5	29,53	22,95	24
6	33,13	19,44	28
7	36,62	16,22	42
8	40,30	12,25	28
9	43,36	9,08	22
10	47,24	5,25	24
Среднее	20 33 31,28	20 39 21,26	20 36 26,27

Дата: 17/18 августа  
Место севера: 50° 25'

Прием № 5

Видимость: удовлетворительная  
Состояние погоды: ясно, тихо,  $t + 18^\circ$

Объект наблюдения	Отсчеты по микрометрам		Круг	T	Отсчеты уровня	Отсчеты по горизонтальному кругу		Среднее	Поправки	Направления	
	главной трубы	поверт. трубы				лимба	верньеры				
							A				B
Земной предмет— фонарь	7.0 6.2 6.3 6.5	4,1 4.0 3,2 3,8	L			119° 27'	01,8 01,4 03,2	32,1 32,4 34,5	18",8	+7",45 +5,50 +13,0	119° 27' 31",8
	4,7 6,9 6,8 6,1	3.0 3,7 3,7 3,5	R		$2c = -5",5$	299 27	42,9 42,0 44,9	31,4 32,0 33,4	39,2	-6,99 +5,06 -1.9 Ср.	299 27 37 ,3 119 27 34 ,55
Звезда № 227 (AE) сев. нижн. кульмина- ция		4,1 4.0 3,7 3,9	R	$20^h 33^m$ $31^\circ 28'$	6,1—22,5 26,4—10,2 $\circ (Л + П) 28,6$ $(Л + П)_0 33,6$ 32,5 32,7 $x = 32,60$ $b = -8,0$	50 07 05	03,0 03,8 06,8	30,9 32,4 33,3	06' 20",0	+5,6	50 06 25,6

		5,3 5,3 4,2 4,9	<i>L</i>	$20^h 39^m$ $21^s, 26$	5,0—21,2 27,9—11,7 $o$ (JI + II) 26,8 (JI + II) $o$ 39,6 32,9 32,9 $x = 32,90$ $b = -13,4$ $b_{cp.} = -10,7$	230 45 47	24.8 30,4 30,2	22,1 24,2 26,3	+7,1 46' 28,2		230 46 35,3
											Ср. 50 26 30,45
Земной предмет— фонарь		4,1 4,5 3,7 4,1	<i>L</i>			119 27	00,0 00,8 00,8	33.0 33,1 36,1	18,4	+4,70 +8,10 +12,80	119 27 31,2
		2,3 2,2 3,0 2,5	<i>R</i>		$2c = -4'', 8$	299 27	40,8 34,9 40,7	21.0 21,0 22,0	31,4	-2,87 +7,52 +4,6	299 27 36,0
											Ср. 119 27 33,60

Среднее на земной предмет  
Среднее на звезду

119 27 34,08  
50 26 30,45  
 $Q 69^\circ 01' 03'', 63$

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
I. Общие положения . . . . .	3
II. Проектирование и рекогносцировка геодезических сетей . . . . .	9
III. Основные требования к постройке геодезических знаков и типы центров . . . . .	15
IV. Исследование инструментов . . . . .	20
V. Измерение горизонтальных направлений или углов триангуляции и полигонометрии 1, 2, 3 и 4 классов . . . . .	24
VI. Измерение длин сторон светодальномерами и радиодальномерами	40
VII. Измерение базисов . . . . .	46
VIII. Астрономические определения . . . . .	53
IX. Полевые журналы . . . . .	66

## П Р И Л О Ж Е Н И Я

1. Вычисление веса выходной стороны базисной сети . . . . .	69
2. Примерные схемы построения государственной геодезической сети	75
3. Журнал рекогносцировки пункта геодезической сети . . . . .	80
4. Схема районов применения различных типов центров . . . . .	83
5. Чертежи центров и марок . . . . .	84
6. Указания по уходу за высокоточными астрономо-геодезическими инструментами . . . . .	88
7. Исследование правильности работы микроскопов-микрометров . . . . .	97
8. Исследование правильности работы и ошибок оптических микрометров	100
9. Исследование полных ошибок диаметров кругов угломерных инструментов . . . . .	105
10. Исследование эксцентриситета горизонтального круга . . . . .	105
11. Испытание правильности вращения алидады вокруг вертикальной оси	110
12. Исследование уровня по способу проф. Васильева на экзаменаторе	117
13. Определение цены оборота барабана окулярного микрометра . . . . .	127
14. Определение рена микроскопа-микрометра . . . . .	139
15. Определение рена оптического микрометра . . . . .	144
16. Определение точности верньера микроскопа при вертикальном круге	148
17. Определение мертвого хода и ширины контактов микрометра . . . . .	149
18. Исследование хронометров . . . . .	151
19. Сравнение хронометров при помощи хроноскопа . . . . .	156
20. Определение расстояний боковых вертикальных нитей от средней	159
21. Центрировочный лист № 148 . . . . .	160
22. Указания о введении поправок в направления за наклон вертикальной оси вращения инструмента при наблюдениях триангуляции	162
23. Указания по видоизмененному способу измерения углов в комбинациях . . . . .	169
24. Указания по измерению направлений в сетях триангуляции 2 класса «неполными приемами» . . . . .	181

25. Таблицы установок лимба при наблюдении полигонометрии и триангуляции с $m \cdot n = 48, 49, 50$ . . . . .	191
26. Таблицы установок лимба . . . . .	196
27. Составление программ наблюдений сложных базисных сетей . . . . .	212
28. Журнал измерения горизонтальных углов во всех комбинациях (триангуляция 1 класса) . . . . .	219
29. Журнал измерения горизонтальных углов во всех комбинациях (триангуляция 2 класса) . . . . .	221
30. Журнал измерения горизонтальных направлений круговыми приемами (триангуляция 3 класса) . . . . .	223
31. Журнал измерения горизонтальных направлений круговыми приемами (триангуляция 4 класса) . . . . .	225
32. Журнал измерения зенитных расстояний (триангуляция 2 и 3 классов) . . . . .	227
33. Сводка результатов измерений горизонтальных углов на пункте Октябрьский № 10 (способом измерения углов во всех комбинациях) . . . . .	231
34. Сводка результатов наблюдений горизонтальных направлений на пункте Высокое (способом круговых приемов) . . . . .	237
35. Сводка результатов измерений зенитных расстояний . . . . .	241
36. Сводная таблица элементов центрировок и редукций . . . . .	242
37. Форма карточки предварительной обработки . . . . .	242
38. Схема звена триангуляции 1 класса Глухово — Щербинка . . . . .	243
39. Схема Камской сети триангуляции 2 и 3 классов . . . . .	244
40. Центрировочный лист № 21 . . . . .	245
41—42. Журнал измерения длин сторон светодальномером ЭОД-1 . . . . .	246
43—44. Журнал измерения длин сторон радиодальномером . . . . .	254
45—46. Журнал измерения длин сторон светодальномером СВВ-1 . . . . .	267
47. Журнал нивелирования Билимбаевского базиса 1 класса . . . . .	277
48. Журнал измерения Билимбаевского базиса 1 класса . . . . .	280
49. Журнал определения широты по способу Талькотта на постоянных нитях . . . . .	286
50. Журнал определения широты по способу Талькотта в произвольных малых часовых углах . . . . .	287
51. Журнал определения широты по способу Певцова . . . . .	292
52. Журнал определения широты по зенитным расстояниям пар звезд, наблюдаемых при одном положении круга . . . . .	295
53. Журнал астрономических наблюдений по способу равных высот . . . . .	302
54. Основные астрономические пункты . . . . .	308
55. Журнал приема радиосигналов . . . . .	309
56. Журнал определения времени по способу Цингера . . . . .	311
57. Журнал определения времени по способу Деллена . . . . .	316
58. Вычисление в поле долготы, определенной по программе А . . . . .	320
59. Журнал определения азимута земного предмета по способу измерения угла между Полярной и земным предметом . . . . .	322
60. Приведение наблюдаемых астрономических широт, долгот и азимутов к центрам пунктов . . . . .	329
61. Журнал определения личной разности для измерения геодезического азимута . . . . .	333
62. Журнал определения геодезического азимута . . . . .	336



---

**ИНСТРУКЦИЯ О ПОСТРОЕНИИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ СЕТИ СССР**

Редактор издательства З. Н. Чумаченко  
Технический редактор В. В. Быкова  
Корректоры: В. П. Крымова, П. А. Денисова

---

Сдано в производство 10/VI 1965 г.  
Подписано к печати 25/X 1965 г. Формат 60 × 90<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Печ. л. 21,75 с вкл. Уч.-изд. л. 20,5.  
Т-13834. Тираж 12 900 экз. Зак. № 811/2341—15.  
Цена 1 р. 18 к.

Объявлено в Сводном темплане изд-ва «Недра» 1965 г.  
№ 486. Индекс 1—3—4.

---

Издательство «Недра». Москва, К-12,  
Третьяковский проезд, 1/19.

Ленинградская типография № 14 «Красный Печатник»  
Главполиграфпрома Государственного комитета  
Совета Министров СССР по печати.  
Московский проспект, 91.

Замеченные опечатки

Строка	Напечатано	Должно быть
21 снизу	$\Theta_{Acp} = \frac{\Theta_{1A} +}{2}$	$\Theta_{1Acp} = \frac{\Theta_{1A} +}{2}$
7 снизу	$N \pm 180^\circ + \Delta a (N + \Delta a).$	$N \pm 180^\circ + \Delta a (N + \Delta a).$
1 снизу	, (+A) <sub>+π</sub> (графа 1) и (-A) <sub>-π</sub>	, (+A) <sub>-π</sub> (графа 1) и (-A) <sub>+π</sub>
4 сверху	- (-A) <sub>+π</sub> = II	- (-A) <sub>-π</sub> = II
6 сверху	$\frac{I + II}{2}$	$\frac{I + II}{2}$
7 сверху	$\frac{1}{2} (\delta_S - \delta_N)$	$\frac{1}{2} (\delta_S + \delta_N)$
1 снизу графа 5 слева	5	α
8 сверху	Среднее $T_{V*}^\circ$	Среднее $T_S^\circ$
10 снизу графа 3 слева		N

# Уважаемые читатели!

Издательство „Недра“ готовит к выпуску в 1966 г.  
новые книги по геодезии

БОЧАРОВ М. К. Основы теории проектирования систем картографических знаков. 8 л. Ц. 85 коп.

ВЕГА Г. Таблицы семизначных логарифмов. Изд. 2. 60 л. Ц. 3 р. 20 к.

ВЕЙС Д. Геодезическое использование искусственных спутников. Перевод с английского. 10 л. Ц. 90 коп.

ГАЙДАЕВ П. А., ФОМИН М. П. и др. Уравнивание заполняющей триангуляции приближениями. 5 л. Ц. 35 коп.

ГАНЬШИН В. Н., ХРЕНОВ Л. С. Таблицы для разбивки круговых и переходных кривых. Изд. 3, доп. 22 л. Ц. 1 р. 30 к.

ГАРАЕВСКАЯ Л. С. Редактирование мелкомасштабных карт и атласов. Изд. 2, переработ. и доп. 14 л. Ц. 90 коп.

ГУРЕВИЧ И. В. Справочник технического редактора-картографа. 10 л. Ц. 70 коп.

ДУРНЕВ А. И. Высшая геодезия. Ч. 1. Основные геодезические работы. Вып. 1. 22 л. Ц. 1 р. 74 к.

Единые нормы выработки (времени) на геодезические и топографические работы. Ч. 1. Полевые работы. 15 л. Ц. 1 р. 35 к.

Единые нормы выработки (времени) на геодезические и топографические работы. Ч. 2. Камеральные работы. 16 л. Ц. 1 руб.

Инструкция о государственном геодезическом надзоре. ГУГК. 5 л. Ц. 25 коп.

Инструкция по нивелированию I, II, III и IV классов. Изд. 5. 10 л. Ц. 70 коп.

Инструкция по составлению отчетов по астрономическим, геодезическим и топографическим работам. ГУГК. 8 л. Ц. 50 коп.

Исследования по геодезической гравиметрии и теории фигуры Земли. Труды коллектива авторов. Вып. 174, 7 л. Ц. 69 коп.

Исследования по геодезической гравиметрии и теории фигуры Земли. Труды коллектива авторов. Вып. 176. 8 л. Ц. 56 коп.

Исследования по аэрофотографии. Труды коллектива авторов. Вып. 177. 13 л. Ц. 1 р. 11 к.

Каталог 2957 ярких звезд со склонениями от  $-10$  до  $+90^\circ$ . Центральный научно-исследовательский институт геодезии, аэросъемки и картографии (ЦНИИГАиК). Труды, вып. 179. 70 л. Ц. 5 р. 10 к.

КЕМНИЦ Ю. В. Теория ошибок измерений. Изд. 2. 10 л. Ц. 90 коп.

КОСЬКОВ Б. И. Справочное руководство по съемке городов. 15 л. Ц. 95 коп.

ЛАВРИКОВ А. С., СВИРИДОВ А. Е. Геодезические работы при геологических исследованиях. 25 л. Ц. 1 р. 45 к.

ЛИВАНОВ М. М. Инженерно-геодезическая съемка и составление исполнительных планов промышленных предприятий. Изд. 2. 12 л. Ц. 80 коп.

МАЗМИШВИЛИ А. И. Способ наименьших квадратов. 25 л. Ц. 1 р. 95 к.

Методика составления карт использования земель по крупным экономическим районам. Труды коллектива авторов. Вып. 175. 10 л. Ц. 1 р. 10 к.

Наставление по предварительному вычислению государственных геодезических сетей. ГУГК. 29 л. Ц. 1 р. 70 к.

Наставление по составлению и подготовке к изданию карты масштаба 1 : 1 000 000. Коллектив авторов. 12 л. Ц. 1 р. 54 к.

НЕДЕШЕВА Л. П., РОМАНОВ Н. Г. Руководство и таблицы по короткобазисной параллактической полигонометрии. 14 л. Ц. 90 коп.

ПЕТЕРС И. Шестизначные таблицы тригонометрических функций. 45 л. Ц. 2 р. 45 к.

ПОЛЕВОЙ В. А. Основы радиогодезических измерений. 20 л. Ц. 1 р. 60 к.

Пособие по оформлению мелкомасштабных карт. Труды коллектива авторов. Вып. 173. 12 л. Ц. 1 р. 24 к.

Проектирование и составление школьных карт и атласов. Труды коллектива авторов. Вып. 174. 11 л. Ц. 1 р. 17 к.

РУСИНОВ М. М. Инженерная фотограмметрия. 15 л. Ц. 1 р. 25 к.

СЛУДСКИЙ Ф. А. Избранные геодезические труды. 15 л. Ц. 1 р. 25 к.

Условные знаки для топографических планов масштабов 1 : 5000, 1 : 2000, 1 : 1000, 1 : 500. 10 л. Ц. 3 р. 40 к.

Фотограмметрическое сгущение опорной сети. Труды коллектива авторов. Вып. 172. 12 л. Ц. 1 р. 04 к.

ЧЕРВЯКОВ В. А. Рассказ о профессии геодезиста. 5 л. Ц. 25 коп.

ЮТАНОВ М. Н. Определение элементов внутреннего ориентирования и дисторсии объектива съёмочной камеры. 4 л. Ц. 28 коп.

ДИК Юлиус. Практическая астрономия с визуальными инструментами. Перевод с немецкого. 13 л. Ц. 1 р. 04 к.

С подробными аннотациями на эту литературу Вы можете ознакомиться в тематическом плане издательства «Недра» на 1966 г., который имеется во всех книжных магазинах, распространяющих научно-техническую литературу.

Заказ на эти книги можно оформить в местных книжных магазинах. При поступлении в продажу интересующей Вас литературы Вы будете извещены.

**ИЗДАТЕЛЬСТВО «НЕДРА»**