

В сборнике публикуются важные результаты в развитии теории и методов геодезической астрономии и космической геодезии, теории фигуры Земли и ее внешнего гравитационного поля, а также исследования в области изучения и учета астрономической и земной рефракции, изучения движений земной коры, обработки геодезических измерений, как и исследования в области триангуляционной геодезии, картографии и аэрофотогеодезии.

Для преподавателей, научных работников, институтов, аспирантов и студентов геодезического профиля, а также работников геодезических и картографических учреждений.

Библиогр. в конце статей.

Редакционная коллегия: доц. канд. техн. наук Н. И. Крауцов (отв. ред.), доц. канд. техн. наук Ф. Д. Заблоцкий (зам. отв. ред.), доц. канд. техн. наук И. Н. Гуляз (отв. секр.), доц. канд. техн. наук П. В. Павлов, доц. канд. техн. наук В. А. Коваленко, А. Н. Колесник, проф. д-р техн. наук А. С. Лисичанский, проф., д-р техн. наук И. Ф. Монин, доц. канд. техн. наук Д. И. Маслич, проф., д-р техн. наук Г. А. Мещеряков, проф., д-р техн. наук А. Д. Островский, проф., д-р техн. наук В. М. Сердюков, проф., д-р техн. наук В. Я. Финиковский

Ответственный за выпуск доц. канд. техн. наук
И. Н. Гуляз

Адрес редакции:
290646 Львов-13, ул. Мира, 12,
Львовский орден Ленина политехнический институт
им. Ленинского комсомола,
геодезический факультет. Тел.: 79-78-32

Редакция научно-технической литературы
Зав. редакцией М. П. Парцель

Г 1902020000-062 502-86
М225(04)-86

© Издательское объединение
«Виза школа», 1986

Э. А. БОРИСОВ, Л. И. БОРИСОВА, В. В. ДМИТРИУК

О ПОВЫШЕНИИ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ МЕРНЫМИ ЛЕНТАМИ НА СТРОИПЛОЩАДКАХ

Измерение линий на строительных площадках мерными лентами зачастую производится в неблагоприятных условиях, что сказывается на точности работ. Основные источники ошибок: компарирование лент (средняя квадратическая ошибка компарирования m_1), вешение линии m_2 , наклон местности m_3 , натяжение ленты m_4 , измерение температуры ленты m_5 , влияние ветра m_6 , мерения линии при n уложенных лентах определяют по формуле [6] (с разделением ошибок на систематические и случайные)

$$m_n^2 = (m_1 + m_2 + m_3 + m_6)^2 n^2 + (m_4^2 + m_5^2 + m_7^2) n. \quad (1)$$

Примем для систематических ошибок значения $m_1 = 1$ мм, $m_2 = m_3 = 0,2$ мм, $m_6 = 0,4$ мм, тогда их сумма равна 1,8 мм, а квадрат суммы — 3,24.

Обратимся к случайным ошибкам. Ошибка измерения температуры воздуха, с которой отождествляется температура прибора, при использовании бытовых термометров может достигать 5°, что дает для m_5 значение, равное 1,2 мм.

Ошибка m_4 при натяжении ленты от руки и измерении на весу при $\Delta F = 30$ Н (ΔF — отклонение силы натяжения от требуемой в 100 Н) достигает 3...18 мм [2]. Для ленты с поперечным сечением 20 мм \times 0,4 мм значение $m_4 = 8,8$ мм.

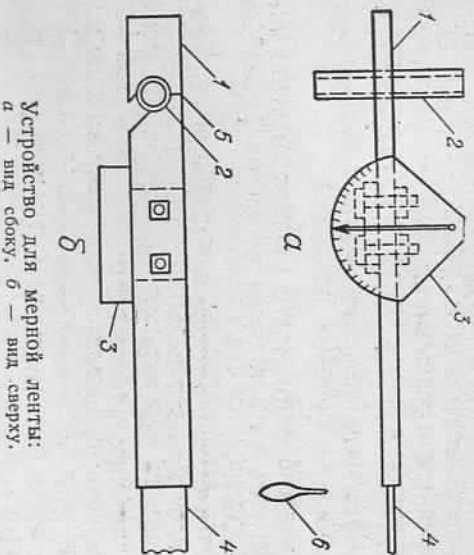
Ошибка фиксации концов ленты m_7 шпильками, входящими в комплект прибора, на поверхности земли зависит от условий рельефа на строительной площадке, формируемого как естественной поверхностью земли, так и наличием на площадке насыпного грунта, строительных материалов и оборудования. При значительной неровности рельефа строительной площадки измерения лентой проводятся на весу и концы ленты фиксируются без опускания на землю. Тем самым измерятся воздушная линия. При таких условиях точность измерений зависит от использованной. При таких условиях измерения показали, что m_7 зависит от характера рельефа и высоты концов ленты над ним. Например, при расположении ленты в 30° значения m_7 достигают 26 мм (для ровного участка $m_7 = 12$ мм). При фиксировании по двум концам ленты $m_7 = 12$ мм / $\sqrt{2} = 17$ мм.

Сумма квадратов случайных ошибок в (1) для принятых значений m_1 ($m_4=8,8$ мм; $m_5=1,2$ мм; $m_7=17$ мм) равна 367,8 мм². Используя вычисленные данные, найдем ошибки измерения линий:

Длиной 20 м ($n=1$) $m_{n=1}=19,3$ мм;
Длиной 100 м ($n=5$) $m_{n=5}=43,8$ мм.

Относительные ошибки — соответственно 1:1000 и 1:2300. Но в строительстве оперируют абсолютными значениями ошибок. С этой точки зрения, полученные результаты свидетельствуют об их пригодности только для 5 и 6 классов точности разбивочных работ, что резко ограничивает область применения мерных лент на стройплощадках [4].

Расширение функциональных возможностей мерных лент в строительстве можно обеспечить уменьшением влияния натяжения и фиксации. Так, использование динамометров на порядок снижает m_4 [6].



Устройство для мерной ленты:
а — вид сбоку, б — вид сверху.

Для уменьшения ошибки фиксации ленту предлагается снабдить устройством, позволяющим свету m_7 к ≈ 2 мм (см. рисунок).

Устройство для мерной ленты состоит из полой трубки 2, закрепляемой вертикально на начальной пластине 1 ленты 4 так, чтобы ее ось проходила через начальный штрих 5, и отвеса 3, выдвинутого в виде свободного подвешенного стержня с грузом в нижней части (стрелка). Положение стрелки фиксируется шкалой, проградуированной через 1°. 0 шкалы и трубка 2 устанавливаются в исходное положение и закрепляются при натяжении ленты с силой 100 Н [5]. Диаметр трубки должен быть больше диаметра шпильки.

При отсчете по шкале, равном 0°, лента занимает в просторстве такое же горизонтальное положение, как и при закреплении шкалы и трубки, т. е. при требуемом натяжении (с учетом проги-

ба). Полая вертикальная трубка необходима для пропуска нитяного отвеса, грузика 6, шпильки. Грузик, свободно падающий, служит, как и нитяной отвес, для фиксации конца ленты на земле по направлению отвесной линии. Такое устройство позволяет соблюдать постоянное натяжение ленты (вместо динамометра), ее горизонтальность и производить фиксацию концов при измерении воздущной линии, поднятой над землей до 1,5 м. В случае наклонов

Результаты измерений линий

ХОД		d, мм	e, мм	Вычисления
прямо x_i	обратно x_i'			
156,875	156,845	+30	+16	$[d] = 87$ мм, $m_A = 9,7$ $ [d] = 71$ мм, $m_X = 6,9$ $k = 5$; $[e^2] = 760$ $\delta_{ср} = 14$ мм $m_A : S_{ср} = 1 : 16100$
850	835	+15	+1	
857	865	-8	-22	
854	835	+19	+5	
860	845	+15	+1	
Среднее	156,859 м	$\Sigma + 71$	$\Sigma + 1$	$m_X : S_{ср} = 1 : 22700$

отдельных уложений углы наклона определяют по шкале отвеса 3 для последующего введения поправки.

Методика измерения лентой с рассмотренным устройством отличается тем, что при неблагоприятных условиях задний конец устанавливается над точкой по нитяному отвесу, а передний фиксируется свинцовым грузиком 6 или нитяным отвесом в зависимости от характера земной поверхности. В процессе работы необходимо следить за вертикальностью трубки 2. Фиксированные концов ленты производится одновременно. Поправки за наклон местности практически не вводятся, поскольку каждое уложение ленты соответствует ее горизонтальному проложению. При благоприятных рельефных условиях лента с устройством используется по обычной методике.

Рассмотренную методику применяли для измерения линии длиной 150 м, расположенной на строительной площадке. Профиль местности в створе линии неровный с перепадами по высоте до 0,8 м, створ пересекает канавы и насыпной строительный материал, общий уклон местности 2°. Линию измеряли пятью ходами прямо и обратно. Результаты измерений приведены в таблице.

Обработку измерений производили по методике для двойных измерений [1], вычисляя разности $d_i = X_i - X_i'$; среднюю остаточную систематическую ошибку $\delta_{ср} = [d]/k$; уклонения $e_i = d_i - \delta_{ср}$; средние квадратические ошибки одного $m_A = ([e^2]/(2k-2))^{1/2}$ и среднего из двух измерений $m_X = 0,5([e^2]/(k-1))^{1/2}$; относительные ошибки $m_A : S_{ср}$; $m_X : S_{ср}$.

Эта же линия была измерена обычной лентой, но с фиксированием ее концов сбрасываемым грузиком от начальных штрихов, так как рельеф не позволял закрепить ленту на земле шпильками,

Результаты измерений: $m_A=22$ мм; $m_{\bar{x}}=16$ мм; $m_A : S_{op} = 1 : 7100$; $m_{\bar{x}} : S_{op} = 1 : 9700$.

Анализ данных таблицы показывает, что использование устройств на ленте в два раза повышает точность измерений в неблагодоприятных условиях по сравнению со стандартной лентой. Измерения, выполненные на всхолмленной местности с большими уклонами и травяным покровом, подтверждают результаты, приведенные в таблице.

Определим ошибку фиксации конца ленты, исходя из полученных данных. Условия измерений и оценка точности по внутренней сходимости позволяют принять $m_1 = m_2 = m_3 = m_4 = 0$. Влияние остальных источников ошибок учтем значениями $m_5 = 0,2$ мм, $m_6 = 0,9$ мм. Для случая фиксации обоих концов ленты по формуле (1) имеем

$$m_n^2 = \frac{1}{n} (m_n^2 - m_1^2 n^2 - m_2^2 n). \quad (2)$$

Для нашей ленты имеем (см. таблицу) $m_n = m_{\bar{x}} = 6,9$ мм; $n = 8$. Значение m_7 по (2) равно 2,2 мм. Ошибку фиксации одного конца ленты получим равной 1,6 мм, соответствующей точности фиксации при закреплении точки металлургическим штырем [3].

Расчет, проведенный по (1) с учетом $m_4 = 0,9$ мм и $m_7 = 1,6$ мм для одного уложения ленты, дает значение $m_{n=1} = 2,8$ мм и относительную ошибку 1 : 7000.

Проведенные исследования и расчеты показывают, что использование устройства на ленте способствует уменьшению ошибок фиксации, контролю натяжения, устранению влияния наклона местности и применению ленты на сложном рельефе строительных площадок при разбивочных работах вплоть до 2 класса точности [4].

1. *Большаков В. Д., Гайдаев П. А.* Теория математической обработки геодезических измерений. — М.: Недра, 1977. — 367 с. 2. *Давыденко Т. С.* Организация и производство геодезических работ при крупном строительстве. — М.: Недра, 1975. — 320 с. 3. *Турьянов В. Ф.* Расчеты точности инженерно-геодезических работ. — М.: Недра, 1981. — 285 с. 4. Система допусков в строительстве (ПНИИЭП) учебных зданий. — М.: Стройиздат, 1981. — 63 с. 5. *Сидринов А. И., Куракин Ю. Н., Кроков Г. С.* Справочник-каталог геодезических приборов. — М.: Недра, 1984. — 238 с. 6. *Сытник В. С., Клишин А. Б., Борисенко Б. Г.* Геодезическое обеспечение строительно-монтажных работ. — М.: Стройиздат, 1982. — 159 с.

Статья поступила в редакцию 27.11.84

ПРИМЕНЕНИЕ СТВОРНЫХ ИЗМЕРЕНИИ ПРИ РАЗБИВКЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ СЕТКИ

В практике геодезического обеспечения строительных работ возникает необходимость в проектировании и разбивке геодезических строительных сеток с короткими сторонами. Особенно это характерно для монтажных сеток, которые применяются для установки оборудования в цехах. Длины сторон в таких сетках могут быть от 5 до 25 м [2]. Если учесть [3], что требуемая точность геодезического обеспечения многих промышленных, гидротехнических и линейных сооружений характеризуется допусками 2...3 мм, а требования к взаимному положению оборудования на порядок выше, то необходимо высокая точность определения координат пунктов строительных сеток, а известные классические методы [1], используемые сейчас для этой цели, не обеспечивают такую точность. Кроме того, существующие методы определения координат пунктов строительной сетки имеют тот недостаток, что при их применении накапливаются ошибки функций измерений и поэтому положение пунктов определяется неравномерно, тогда как на практике следует соблюдать условия однородности и изотропности.

Указанных выше недостатков в значительной степени можно избежать, если координаты пунктов геодезических строительных сеток с короткими сторонами определять методом створных измерений, сущность применения которого состоит в следующем.

Рассмотрим изображенную на рис. 1 схему строительной сетки размером 120×120 м со сторонами $s = 24$ м. Разбивку такой сетки в натуре можно выполнить мерной лентой и геологитом средней точности. Для определения координат пунктов сетки применим метод створных измерений: между крайними пунктами сетки 1—6, ..., 31—36 зададим створы и определим относительно оси Y нестворности промежуточные пункты 2, 3, 4, 5, ..., 32, 33, 34, 35. Кроме того, измерим все стороны сетки.

Выполним оценку точности данного построения. В сети имеется 84 измеренные величины — 60 линий и 24 нестворности. Общее количество пунктов в сети 36. Поскольку строительные сетки уравниваются в условной системе координат, то, как правило, крайний левый пункт принимаем за начало координат, измеряют один базис, дирекционный угол которого полагают известным и равным 0 или 90°. Последнее равнозначно тому, что известен и второй пункт базиса. В данной сети за исходные приняты пункты 1 и 31.

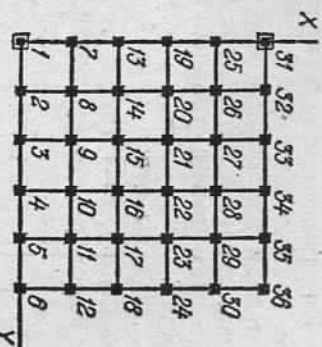


Рис. 1. Схема строительной сетки.