РУКОВОДСТВО

ПО ПРИМЕНЕНИЮ СТЕННЫХ ЗНАКОВ В ПОЛИГОНОМЕТРИЧЕСКИХ И ТЕОДОЛИТНЫХ ХОДАХ

gost.e-ecolog.ru

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ
ПРИ СОВЕТЕ МИНИСТРОВ СССР

РУКОВОДСТВО ПО ПРИМЕНЕНИЮ СТЕННЫХ ЗНАКОВ В ПОЛИГОНОМЕТРИЧЕСКИХ И ТЕОДОЛИТНЫХ ХОДАХ

Рекомендовано
Главным управлением геодезии и картографии
при Совете Министров СССР
в качестве пособия
при закладке стенных знаков
в полигонометрических и теодолитных ходах

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НЕДРА»
МОСКВА 1972

912

Р84

УДК 528.01 (02)

Руководство по применению стенных знаков в полигонометрических и теодолитных ходах. М., «Недра». 1972. 56 с. (Гл. упр. геодезии и картографии при Совете Министров СССР).

В руководстве изложены способы закрепления пунктов полигонометрических сетей 2, 3, 4 классов, 1 и 2 разрядов и теодолитных ходов в тех случаях, когда они являются самостоятельной опорой.

Определены преимущества стенных знаков, которые более долговечны и экономичны, чем грунтовые знаки, просты при закладке, не требуют согласований с организациями, эксплуатирующими подземные коммуникации и сооружения, легко отыскиваются в любое время года.

Указаны особенности и требования, предъявляемые к расположению стенных знаков и местам закладки их в зданиях и сооружениях.

Дано описание и приведены рисунки типов стенных знаков, рабочих центров и временных точек, способы и правила их закладки.

Рассмотрены ориентирные и восстановительные системы стенных знаков, способы передачи координат с временных точек, при ориентирной системе на которых выполнялись линейные и угловые измерения на стенные знаки методами редуцирования, полярным, угловыми и линейными засечками, а также привязка к ним.

Освещены вопросы точности работ при координировании стенных знаков и привязки к ним.

В приложениях приведены фотографии типов консольных стенных знаков, установленных в прошлые годы, образцы привязки стенных знаков (кроки), формы списка мест установки стенных геодезических знаков, акта о сдаче геодезических знаков на наблюдение за сохранностью, каталоги координат и высот. Даны практические примеры вычислений при передаче координат с временных точек на одинарные, двойные и тройные стенные знаки, а также вычисление координат временных точек при привязке к ним полигонометрических и теодолитных ходов.

Таблиц 18, иллюстраций 47, список литературы — 22 названия.

В составлении руководства принимали участие работники ГУГК при Совете Министров СССР, МосЦТИСИЗ и Мосгоргеотреста инженеры: *Адлин Р. Я.*, *Зимин К. И.*, *Коськов Б. И.*, *Мосалов А. С.*, *Смирнова Н. М.*, *Шляпников В. И.*

Редактирование осуществлено канд. техн. наук *Коськовым Б. И.*

2—7—1
85—72

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.1. Пункты полигонометрии 2, 3, 4 классов, 1 и 2 разрядов и съемочного обоснования (когда оно является самостоятельной опорой) на территории городов, поселков, промышленных площадок и сельских населенных пунктов рекомендуется, где это возможно, закреплять стенными знаками.

I.2. Стенные знаки более долговечны, чем грунтовые, более экономичны, просты при закладке, не требуют согласований с организациями, эксплуатирующими подземные коммуникации и сооружения, легко отыскиваются в любое время года.

I.3. По конструкции стенные знаки подразделяются на консольные (штанговые) и на знаки типа стенного нивелирного репера.

I.4. Различные конструкции консольных (штанговых) знаков приведены в прил. 1. Стенные знаки этого типа при построении новых сетей устанавливать не рекомендуется. Для возможности эксплуатации ранее закрепленных консольных пунктов в руководстве приводятся описание их и правила привязки.

I.5. Пункт полигонометрии или съемочного обоснования может быть закреплен одним стенным знаком типа нивелирного репера или группой из двух-трех таких знаков, образующих либо восстановительные, либо ориентирные системы.

I.6. На стенные знаки, входящие в ориентирные системы, передаются координаты с временных грунтовых точек, на которых выполняются все угловые и линейные измерения полигонометрических или теодолитных ходов.

В случае утраты временных грунтовых точек их определяют заново при привязке или проложении полигонометрических или теодолитных ходов.

I.7. На стенные знаки, входящие в восстановительные системы, координаты не передаются. В случае утраты рабочих грунтовых центров местоположение их восстанавливается промерами от стенных знаков.

II. РЕКОГНОСЦИРОВКА

II.1. Перед составлением проекта геодезических работ обследуют район работ и выявляют ранее установленные геодезические пункты, которые могут быть либо включены в новую сеть, либо использованы как исходные.

II.2. После утверждения в установленном порядке проекта геодезических работ производят детальную рекогносцировку и намечают места для установки стенных и грунтовых знаков.

II.3. При выборе мест установки стенных знаков необходимо соблюдать следующие условия:

1) устанавливать временные грунтовые точки или рабочие грунтовые центры в местах, не подверженных влиянию постоянно действующих вибраций (например, от работающего промышленного оборудования);

2) между временными точками и центрами стенных знаков ориентированных систем, а также между рабочими центрами и стенными знаками восстановительных систем должна быть обеспечена хорошая видимость; при этом визирный луч при наблюдениях должен проходить не ниже чем на 0,5 *м* от поверхности земли и не ближе чем на 0,5 *м* к вертикальной поверхности местных предметов;

3) если пункт сети закрепляется системой из двух или трех стенных знаков, то эти знаки должны быть установлены на одном уровне, с колебанием высот не более 10 *см*; в исключительных случаях разность высот может быть больше и должна быть учтена при камеральной обработке материалов полевых наблюдений;

4) здания и сооружения, на которых устанавливают стенные знаки, как правило, должны быть удалены от временных грунтовых точек или от рабочих грунтовых центров не далее чем на 20 *м* с тем, чтобы обеспечить точность измерения расстояний до стенных знаков, предусмотренную п. V.1 и V.3;

5) между стенными знаками, входящими в одну систему и закрепляющими один пункт сети, не должно быть осадочных швов, а также архитектурных элементов, затрудняющих измерение расстояний между этими знаками;

6) для установки стенных знаков выбирают места на стенах зданий и соружений на высоте 0,3—1,2 *м* от поверхности земли (тротуары, отмостки) с таким расчетом, чтобы архитектурные элементы и конструктивные выступы не препятствовали постановке на знак нивелирной рейки.

II.4. В результате выполнения работ по рекогносцировке полигонометрических (теодолитных) ходов и мест установки стенных знаков составляют следующие документы:

1) рекогносцировочные журналы с привязками мест установки стенных знаков к углам зданий и к поверхности земли (тротуар, отмостка), рабочих центров и временных точек к твердым контурам

ситуации (промеры выполняют рулеткой с отсчитыванием до сантиметров) и составляют зарисовку ситуации окружающей местности;

2) список мест установки стенных знаков, согласованный с главным архитектором города (прил. 2).

III. ЗАКЛАДКА СТЕННЫХ ЗНАКОВ

III.1. Для закрепления пунктов полигонометрических и теодолитных ходов можно использовать два типа стенных знаков, конструкции которых утверждены Главным управлением геодезии и картографии при Совете Министров СССР (рис. 1 и 2).

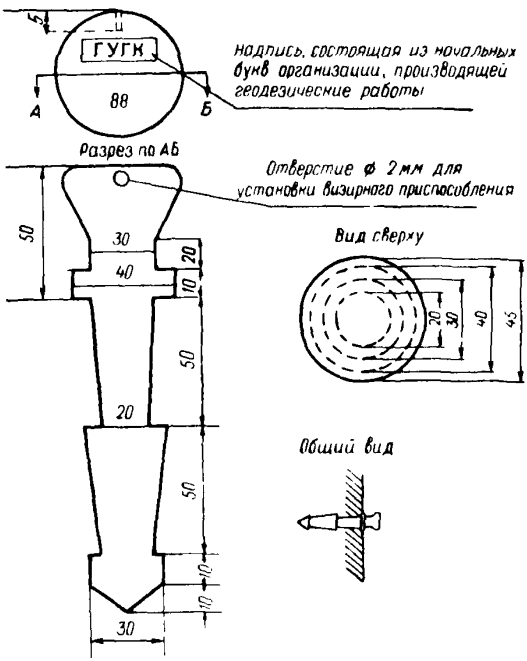


Рис. 1

III.2. Стенной знак, изображенный на рис. 1, изготавливают, как правило, из чугуна. На сферической головке знака просверливают отверстие диаметром 2 *мм* и глубиной 5 *мм*, которое служит центром знака и используется для передачи на нее отметки.

III.3. Для закладки стенного знака (см. рис. 1) в стене здания или сооружения при помощи шлямбура, дрели или шурфобура (отбойного молотка) пробивают отверстие такого размера, чтобы хвостовая часть знака входила в него свободно.

Для диска знака (репера) выдалбливают гнездо с таким расчетом, чтобы плоскость диска оказалась заподлицо со стеной здания.

Приготовленное углубление и гнездо очищают от мусора и обильно смачивают водой. Если этого не делать, то сухой кирпич будет впитывать воду из цементного раствора и тем самым нарушит его связующую способность.

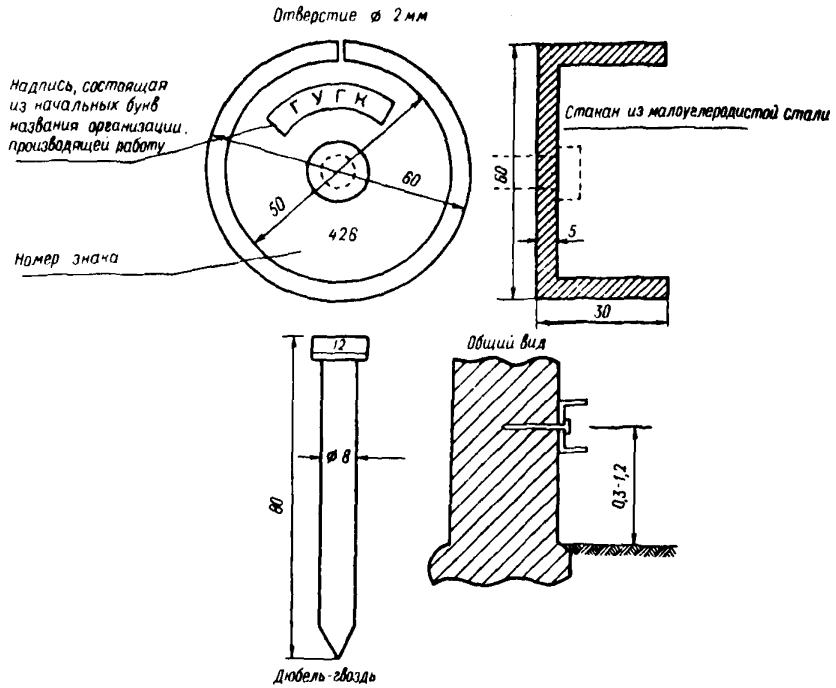


Рис. 2

Отверстие в стене заполняют кашеобразным раствором цемента, смешанного с чистым речным песком в пропорции 1 : 1. Смесь цемента с речным песком приготавливают в сухом виде, тщательно перемешивают, и только после этого разводят водой. Для кирпичных стен раствор приготавливают жидкий, для блочных и панельных — более густой.

Растворы с мелким песком менее прочны, чем с крупным. Присутствие в песке торфа, перегноя, глины отрицательно сказывается на прочности бетона. Загрязнение песка не должно превышать 2% его веса.

Загрязненная вода также значительно понижает прочность бетона и замедляет его схватывание.

В работах по установке стенных знаков такая вода не должна применяться. При закладке знаков в зимний период, при температуре воздуха ниже +3°, воду следует подогревать.

После установки знака поверхность здания (сооружения) приводят в порядок — затирают раствором, штукатурят и т. д. Наружную часть знака покрывают антикоррозийным лаком или краской.

III.4. Стенной знак, изображенный на рис. 2, изготавливают из малоуглеродистой стали. Центром знака этого типа служит отверстие диаметром 2 *мм* и глубиной 5 *мм*, просверленное в верхней части диска знака. Верхняя часть диска знака может использоваться и для передачи на нее отметки.

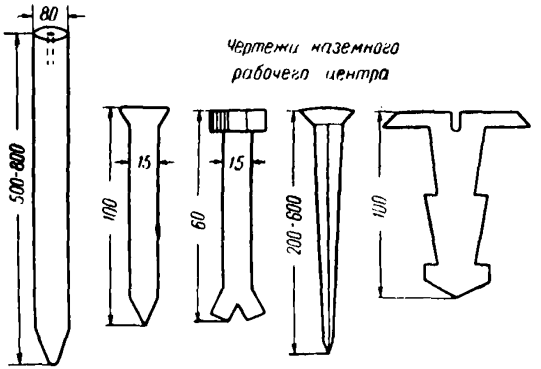


Рис. 3

III.5. Для установки стенного знака, изображенного на рис. 2, используется строительно-монтажный пистолет (например, типа СМП-3М). Знак крепится к стене здания (сооружения) при помощи дюбелей, изготовленных из хромистой стали высокой твердости. Порядок выбора дюбелей и патронов, правила эксплуатации монтажного пистолета, условия техники безопасности при работе с ним приводятся в паспорте, прилагаемом к строительно-монтажному пистолету.

III.6. Для закрепления рабочих центров и временных точек можно использовать скальные марки, железные костыли, кованые гвозди, штыри из обрезков арматуры, труб и т. д. (рис. 3), которые либо забивают в асфальтовое покрытие дорог и тротуаров, либо бетонируют в грунте. Центры таких знаков фиксируют просверленным отверстием, запиленным крестом или керном.

Временные точки у одинарных стенных знаков можно закреплять менее капитально: простыми гвоздями на асфальтовом покрытии и деревянными кольями на открытом грунте.

III.7. Стенные знаки имеют на лицевой стороне номера, отлитые или отчеканенные при заводском изготовлении.

Нумерацию систем стенных знаков производят следующим образом:

1. Если система стенных знаков дублирует грунтовый (постоянный) знак, то всему комплексу присваивается номер грунтового знака с указанием в скобках номеров входящих в него стенных знаков.

Например: пз. 123 (ст. зн. 1432, 1124, 2819) — грунтовый полигонометрический знак № 123, продублированный стенными знаками № 1432, 1124, 2819.

2. Если система стенных знаков является самостоятельным пунктом сети, то этой системе присваивают номер основного знака.

Например: ст. пз. 1432 (ст. зн. 1432, 1124, 2819) — стенной полигонометрический знак № 1432, состоящий из трех знаков — № 1432, 1124, 2819.

Основным в такой системе является средний знак. В системе из двух стенных знаков основным служит левый знак.

Рабочему центру или временной точке в системе стенных знаков присваивают номер основного знака: вр. т. 1432 — временная точка системы стенных знаков № 1432.

III.8. В результате выполнения работ по закладке стенных (и грунтовых) знаков составляют следующие документы:

1) схему ходов с номерами установленных знаков, рабочих центров и временных точек;

2) кроки (прил. 3);

3) акт сдачи знаков на наблюдение за сохранностью (прил .4).

IV. СИСТЕМЫ СТЕННЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ЗНАКОВ

IV.1. В зависимости от методов эксплуатации различают ориентирные и восстановительные системы стенных знаков.

1. ОРИЕНТИРНЫЕ СИСТЕМЫ СТЕННЫХ ЗНАКОВ

IV.2. Ориентирная система стенных знаков, используемая для закрепления одного пункта полигонометрических или теодолитных (в случае самостоятельной опоры) ходов, может состоять из одного, двух или трех стенных знаков, изображенных на рис. 1—2.

IV.3. Передача координат с временных точек, на которых выполняют основные угловые и линейные измерения полигонометрического или теодолитного хода, на центры стенных знаков, входящих в ориентирные системы, может осуществляться методами редуцирования, полярным, угловой засечки, линейной засечки.

IV.4. Метод редуцирования, предложенный Мосгоргеотрестом и Т. С. Даниленко, рекомендуется применять, когда пункт полигонометрии или теодолитного хода закреплен одним стенным знаком.

В практике работ могут встретиться два характерных случая применения метода редуцирования.

1-й случай: Стенной знак расположен в ходе между двумя постоянными грунтовыми знаками (рис. 4).

В поле измерены:

1) по основному ходу — β_1, β_2, β_3, S_1 и S_2;

2) для переноса координат на стенной знак — Q_1, Q_2, l.

Необходимо найти значения редуцированных элементов хода

$$\beta_1' = \beta_1 + \delta_1;\ \beta_2' = \beta_2 - (\delta_1 + \delta_2);$$

$$\beta_3' = \beta_3 + \delta_2;\ S_1' \text{ и } S_2'.$$

Вычисления.

Для того чтобы получить значения поправок δ_1 и δ_2, надо предварительно найти значения вспомогательных величин: h — высота

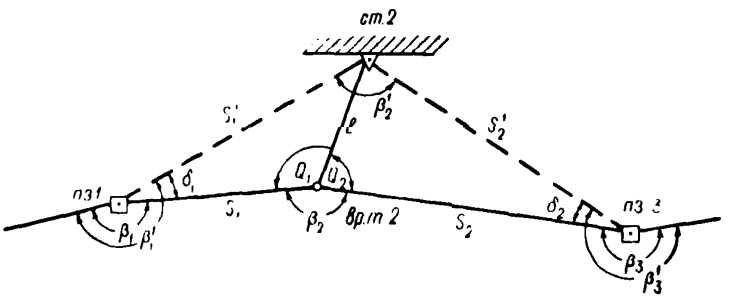


Рис. 4

перпендикуляра, опущенного из центра стенного знака на сторону хода; x — расстояние от основания перпендикуляра до временной точки.

Для наглядности разделим рис. 4 на две части. Левая часть (рис. 5):

$$h_1 = l \cdot \sin Q_1;$$

$$x_1 = l \cdot \cos Q_1;$$

$$\operatorname{tg} \delta_1 = \frac{h_1}{S_1 - x_1};$$

$$S_1' = \sqrt{(S_1 - x_1)^2 + h_1^2} = \frac{S_1 - x_1}{\cos \delta_1} = (S_1 - x_1) \sec \delta_1;$$

$$\beta_1' = \beta_1 + \delta_1.$$

Правая часть (рис. 6):

$$h_2 = l \cdot \sin Q_2;$$

$$x_2 = l \cdot \cos Q_2;$$

$$\operatorname{tg} \delta_2 = \frac{h_2}{S_2 - x_2};$$

$$S_2' = \sqrt{h_2^2 + (S_2 - x_2)^2} = \frac{S_2 - x_2}{\cos \delta_2} = (S_2 - x_2) \sec \delta_2;$$

$$\beta_2' = \beta_2 - (\delta_1 + \delta_2);$$

$$\beta_3' = \beta_3 + \delta_2.$$

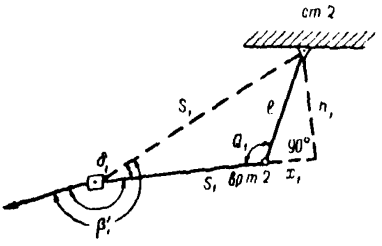


Рис. 5

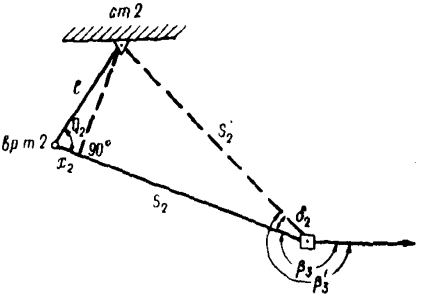


Рис. 6

В уравновешивание сети включают редуцированные элементы хода

$$\beta_1'',\ \beta_2',\ \beta_3'',\ S_1' \text{ и } S_2'.$$

2-й случай. Ход закреплен стенными знаками (рис. 7).

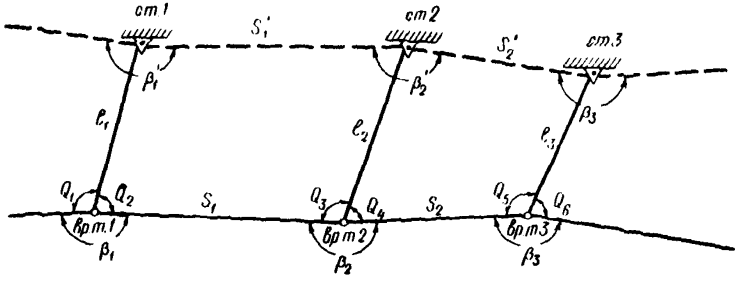


Рис. 7

В поле измерены:
1) по основному ходу — β_1, β_2, β_3, S_1 и S_2;
2) для переноса координат на стенные знаки

$$Q_1,\ Q_2,\ Q_3,\ Q_4,\ Q_5,\ Q_6,\ l_1,\ l_2,\ l_3.$$

Необходимо найти значения редуцированных элементов хода

$$\beta_1'',\ \beta_2',\ \beta_3',\ S_1' \text{ и } S_2'.$$

Для наглядности разделим рис. 7 на две части (рис. 8 и 9) и выполним построения, аналогичные 1-му случаю:

$$h_1 = l_1 \cdot \sin Q_2;$$

$$x_1 = l_1 \cos Q_2;$$

$$h_2 = l_2 \sin Q_3;$$

$$x_2 = l_2 \cos Q_3;$$

$$\operatorname{tg} \delta_1 = \frac{h_2 - h_1}{S_1 - x_1 - x_2};$$

$$S_1' = \sqrt{(S_1 - x_1 - x_2)^2 + (h_2 + h_1)^2} = \frac{S_1 - x_1 - x_2}{\cos \delta_1} =$$

$$= (S_1 - x_1 - x_2) \sec \delta_1;$$

$$h_3 = l_2 \cdot \sin Q_4;$$

$$x_3 = l_2 \cdot \cos Q_4;$$

$$h_4 = l_3 \cdot \sin Q_5;$$

$$x_4 = l_3 \cdot \cos Q_5;$$

$$\operatorname{tg} \delta_2 = \frac{h_3 - h_4}{S_2 - x_3 - x_4};$$

$$S_2' = \sqrt{(h_3 - h_4)^2 + (S_2 - x_3 - x_4)^2} = (S_2 - x_3 - x_4) \sec \delta_2.$$

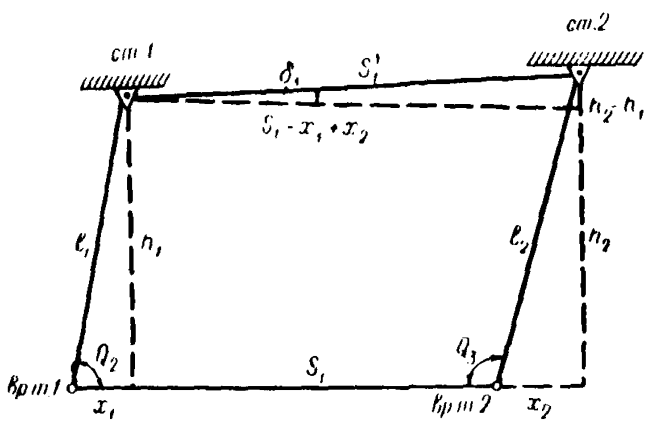


Рис. 8

Редуцированный угол

$$\beta_2^* = \beta_2 \pm (\delta_1 + \delta_2).$$

Здесь знак «+» или «—» зависит от взаимного положения основных и редуцированных линий хода. Для вычисления поправок δ в углы β_1 и β_3 необходимо выполнить аналогичные вычисления для смежных

звеньев хода. Во все измеренные линии вводят соответствующие поправки.

IV.5. Для более точного получения дирекционных углов сторон хода, закрепленного одинарными стенными знаками, рекомендуется углы Q выдерживать в пределах 88—92°, а расстояния l от временных точек до центров стенных знаков допускать в пределах 5—15 *м*.

При таких расстояниях необходимо очень тщательно центрировать теодолит, допуская ошибку не более 1 *мм*. При более грубом центрировании влияние ошибок за центрировку на величину измеряемого угла резко возрастет. Для уменьшения ошибок за центрировку и редукцию следует применять при измерении углов трехштативную систему.

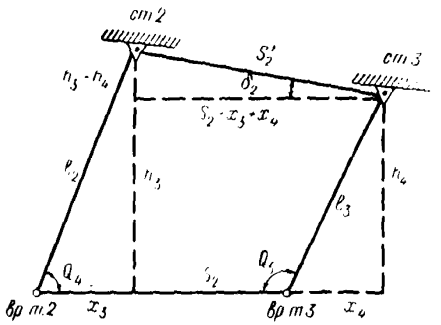


Рис. 9

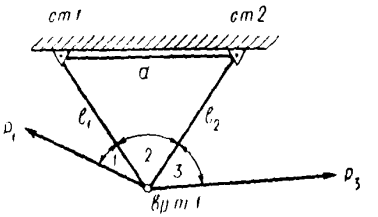


Рис. 10

IV.6. При измерении углов на временных точках при наличии хорошо определяемых на местности предметов наведения (угол здания, громоотвод, труба, водопроводная башня и др.), находящихся на расстоянии 0,5—1,0 *км*, если угол между этим предметом и стенным знаком равен 88—92°, необходимо этот предмет включать в измерение углов.

Такие направления в дальнейшем используются при привязке полигонометрии как исходные дирекционные углы, а при наличии в полигонометрической сети более 15 сторон на них определяют дирекционный угол с пунктов триангуляции или астрономическим путем.

В прил. 5 приведен пример 1-й вычисления координат стенных знаков методом редуцирования.

IV.7. Полярный метод можно использовать при передаче координат с временных точек на стенные знаки, установленные в виде одинарных знаков, двойных и тройных систем.

В системе из двух стенных знаков устанавливают их на стене здания (сооружения) с таким расчетом (рис. 10), чтобы расстояние d_{1-2} было примерно равно расстоянию от здания (сооружения) до временной точки. Наличие в двойной системе второго (избыточного) стенного знака позволяет провести контроль полевых измерений и вычислительных работ. Разность между значениями d, полученными из вычислений по координатам стенных знаков и измеренными

в натуре, не должна превышать ±6 *мм* в полигонометрии и ±11 *мм* в теодолитных ходах.

При вычислении координат стенных знаков в двойной системе избыточное измерение можно использовать для уравнивания измеренных элементов путем решения по способу наименьших квадратов уравнения

$$d^2 = l_1^2 + l_2^2 - 2l_1 l_2 \cos Q_2$$

и нахождения поправок в измеренные линии l_1, l_2 и d и угол Q_2. Точность измерения линий и углов в данном случае определяется из оценки всей сети, и на основании этих данных вводятся веса.

В прил. 5 приведен пример 2-й вычисления координат стенных знаков двойной системы полярным методом.

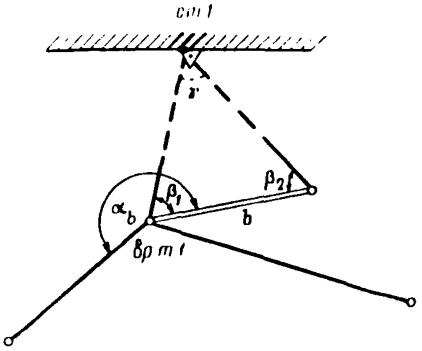


Рис. 11

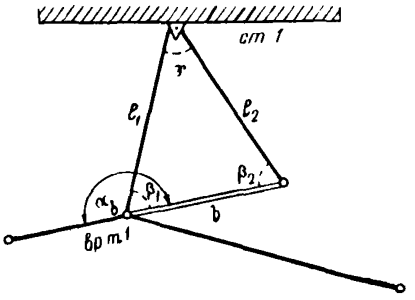


Рис. 12

Организация работ, вычислений и контроля при закреплении пунктов сети системами из трех стенных знаков, предложенных канд. техн. наук С. Н. Марченко, ничем не отличается от организации работ системами с двойными знаками (прил. 5, пример 3-й).

IV.8. Методом угловых засечек можно пользоваться при передаче координат на стенные знаки, установленные в виде одинарных знаков, двойных и тройных систем. Данный метод целесообразно применять, когда непосредственное измерение расстояний от временных точек до центров стенных знаков затруднено интенсивным движением транспорта и пешеходов.

Координаты центров стенных знаков вычисляют методом угловой засечки по формулам (рис. 11):

$$\gamma = 180° - (\beta_1 + \beta_2);$$

$$l_{\text{вр. т–ст. зн}} = -\, b\, \frac{\sin \beta_2}{\sin \gamma};$$

$$x_{\text{ст. зн}} = x_A \pm l \cos \alpha_{(\text{вр. т - ст. зн})};$$

$$y_{\text{ст. зн}} = y_A \pm l \sin \alpha_{(\text{вр. т - ст. зн})};$$

$$\alpha_{(\text{вр. т - ст. зн})} = \alpha_b - \beta.$$

Примеры 4-й и 5-й вычислений приведены в прил. 5.

IV.9. Если стенные знаки двойной системы установлены так, что между ними нельзя измерить расстояние d, то можно использовать два метода.

1-й м е т о д (предложен канд. техн. наук К. А. Лосевым).

В натуре (рис. 12) измеряют базис вр. т. P_3 — створная точка, линии l_4 и l_3, углы Q_1, Q_2, Q_3, Q_5, Q_6, Q_7. Решают треугольники вр. т. P_3 — ст. 1 — створная т., вр. т. P — ст. 2—ст. 1 т. и вычисляют стороны l'_4 и l'_3. Полученные значения сравнивают со значениями l_4 и l_3, измеренными в натуре (контроль). Расхождения не должны быть больше 4 *мм*.

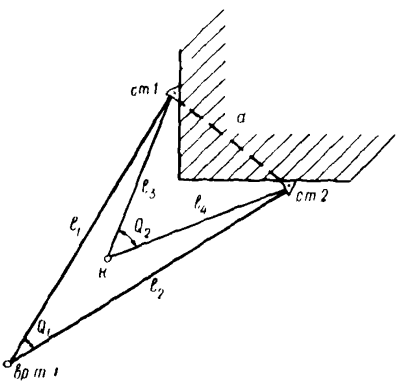


Рис. 13

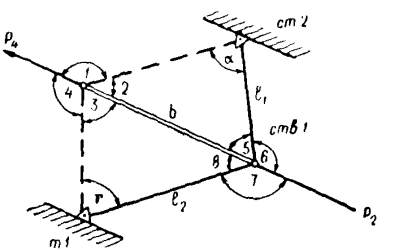


Рис. 14

Расстояние d вычисляют дважды по формулам

$$d = \frac{l_3 \sin Q_6}{\sin \gamma} = \frac{l_4 \sin Q_2}{\sin \delta},$$

где углы γ и δ могут быть определены

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{l_3 \sin Q_6}{l_4 - l_3 \cos Q_6};$$

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{l_4 \sin Q_2}{l_2 - l_4 \cos Q_2}.$$

В прил. 5 приведен пример 4-й вычислений по указанному методу.

2-й м е т о д.

Выбирают (рис. 13) дополнительную точку K, с которой видны оба стенных знака. В натуре точку K закреплять необязательно. Дополнительно к измеренным расстояниям l_1, l_2 и углу Q измеряют линии l_3, l_4 и угол Q_2.

Неприступное расстояние d вычисляют (для контроля) дважды:

$$d_1 = \sqrt{l_3^2 + l_4^2 - 2 l_3 l_4 \cos Q_2};$$

$$d_2 = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_2 - y_1)^2}.$$

Разность $d_1 - d_2$ не должна быть больше 8 *мм* в полигонометрии и 15 *мм* в теодолитных ходах.

IV.10. При расположении стенных знаков двойной системы на противоположных сторонах улицы (рис. 14) передача координат может быть выполнена следующим образом.

В натуре измеряют базис, разбитый в створе ходовой линии, угол $Q_{1,\ 2,\ 3,\ 4,\ 5,\ 6,\ 7,\ 8}$ и для контроля расстояния l_1 и l_2.

Координаты вычисляют по формулам:

$$l_1 = \frac{b \cdot \sin 2}{\sin \alpha}; \quad l_2 = \frac{b \sin 3}{\sin \gamma};$$

$$\alpha = 180 - (2 + 5); \quad \gamma = 180 - (3 + 8);$$

$$x_{C_1} = l_{2\text{ср}} \cos (\alpha_{P_3 - \text{ств}_8} - 8) + x_{P_8};$$

$$y_{C_1} = l_{2\text{ср}} \sin (\alpha_{P_3 - \text{ств}_8} - 8) + y_{P_8};$$

$$x_{C_2} = l_{1\text{ср}} \cos (\alpha_{P_8 - \text{ств}_3} + 5) + x_{P_3};$$

$$y_{C_2} = l_{1\text{ср}} \sin (\alpha_{P_8 - \text{ств}_3} + 5) + y_{P_3}.$$

Пример вычислений по данному методу приведен в прил. 5, пример 5-й.

IV.11. Метод линейной засечки можно применять, если стенные знаки незначительно удалены от временных точек и нет никаких помех для проведения линейных измерений. Координаты центров стенных знаков методом линейной засечки вычисляют по формулам (рис. 15):

$$\cos \gamma = \frac{l_1^2 + l_2^2 - b^2}{2 l_1 l_2} = \frac{2P(P-b)}{l_1 l_2} - 1,$$

где

$$P = \frac{l_1 + l_2 + b}{2};$$

$$\sin \beta_1 = \frac{l_2 \sin \gamma}{b};$$

$$\sin \beta_2 = \frac{l_1 \sin \gamma}{b};$$

$$\alpha_{(A\text{-ст. зн})} = \alpha_b - \beta;$$

$$x_{\text{ст. зн}} = x_{\text{вр. т}} \pm l \cos \alpha_{(\text{вр. т} - \text{ст. зн})};$$

$$y_{\text{ст. зн}} = y_A \pm l \sin \alpha_{(\text{вр. т} - \text{ст. зн})}.$$

Пример 6-й вычислений приведен в прил. 5.

IV.12. Привязка полигонометрических и теодолитных ходов к стенным знакам при наличии сохранившихся временных точек осуществляется так же, как и к грунтовым знакам.

Привязка к стенным знакам, образующим одинарные, двойные и тройные ориентирные системы, при утрате временных точек осуществляется способами, приведенными ниже.

IV.13. Привязку к одинарным стенным знакам осуществляют следующим образом:

1) устанавливают инструмент в удобном для дальнейшей работы месте против стенного знака (но не далее 20 *м* от него) с таким расчетом, чтобы был виден и соседний стенной знак (рис. 16);

2) измеряют расстояние l от инструмента до центра ближайшего стенного знака и угол Q между направлениями на ближайший и на соседний стенные знаки;

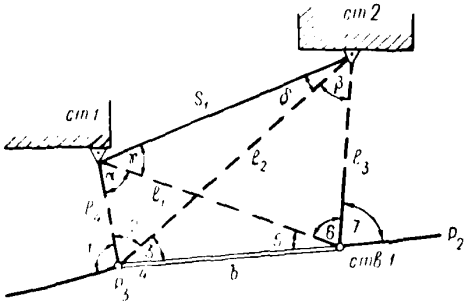


Рис. 15

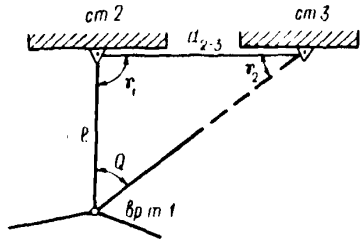


Рис. 16

3) вычисляют координаты точки стояния инструмента по формулам:

$$\sin\gamma_2 = \frac{l\cdot\sin Q}{d};\quad \gamma_1 = 180^\circ - (Q+\gamma_2);$$

$$\alpha_{(\text{ст. 2-вр. т})} = \alpha_{(\text{ст. 2-ст. 3})} + \gamma_1;$$

$$x_{\text{вр. т}} = x_{\text{ст. 2}} \pm l\cos\alpha_{(\text{ст. 2-вр. т})};$$

$$y_{\text{вр. т.}} = y_{\text{ст. 2}} \pm l\sin\alpha_{(\text{ст. 2-вр. т})};$$

4) принимают исходным дирекционным углом для привязываемого хода $\alpha_{(\text{вр. т.—ст. 3})}$, вычисленный по координатам точек вр. т. — ст. 3; ориентирование по линии вр. т. — ст. 2 не допускается ввиду ее малости;

5) измеряют линию вр. т. — ст. 3 для контроля работ (если позволяют условия местности).

Пример вычисления привязки к одинарным стенным знакам по этому способу приведен в прил. 5, пример 7-й.

IV.14. Если по условиям местности невозможно выбрать для установки инструмента такое место, с которого видны сразу два одинарных стенных знака, то используют следующий способ:

1) выбирают две точки (рис. 17) против стенных знаков с таким расчетом, чтобы углы Q_1 и Q_2 были в пределах 88—92°, а длины линий l_1 и l_2 не превышали 20 *м*;

2) измеряют углы Q_1 и Q_2 линий l_1 и l_2;

3) вычисляют координаты точки стояния инструмента по формулам:

$$h_1 = l_1 \cdot \sin Q_1;\ h_2 = l_2 \sin Q_2;$$

$$\sin \delta = \frac{h_2 - h_1}{d}\ .$$

Пример 8-й вычисления привязки к одинарным стенным знакам по этому способу приведен в прил. 5.

IV.15. Если одинарные стенные знаки расположены на противоположных сторонах улицы, можно использовать способ привязки, предложенный инж. Л. В. Гинзбургом и А. П. Музуруком:

1) устанавливают инструмент методом последовательных приближений в створе стенных знаков (рис. 18);

2) измеряют углы $Q_{1,\ 2,\ 3,\ 4}$ и линии l_1 и l_2;

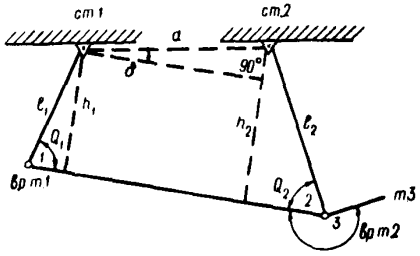


Рис. 17

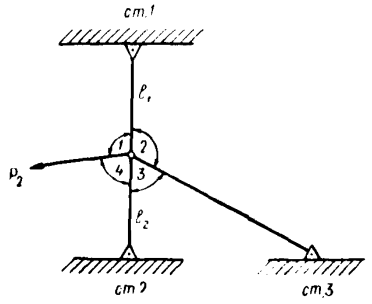


Рис. 18

3) вычисляют координаты точки стояния инструмента по формулам:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{y_{c_2} - y_{c_1}}{x_{c_2} - x_{c_1}};$$

$$x_{P_1} = x_{c_1} + l_1 \cos \alpha;\ y_{P_1} = y_{c_1} + l_1 \sin \alpha;$$

$$x_{P_1} = x_{c_2} + l_2 \cos (\alpha \pm 180°);$$

$$y_{P_1} = y_{c_2} + l_2 \sin (\alpha \pm 180°)$$

и контролируют по C_3.

Пример 9-й вычисления привязки к одинарным стенным знакам по этому способу приведен в прил. 5.

IV.16. Привязку к двойным системам стенных знаков осуществляют следующим образом:

1) устанавливают инструмент в удобном для дальнейшей работы месте против стенного знака на расстоянии, примерно равном величине d, но не далее 20 *м* (рис. 19);

2) измеряют расстояния l_1 и l_2 от инструмента до центров стенных знаков и угол Q между направлениями на центры марок;

3) вычисляют координаты точки стояния инструмента по формулам:

$$\sin\gamma_1 = \frac{l_2 \sin Q}{d}; \quad \sin\gamma_2 = \frac{l_1 \sin Q}{d};$$

$$\gamma_1 + \gamma_2 + Q = 180° - \text{контроль};$$

$$d = \sqrt{l_1^2 + l_2^2 - 2l_1 l_2 \cos Q} = d - \text{контроль};$$

$$\alpha_{(\text{ст. 1-вр. т.})} = \alpha_{(\text{ст. 1-ст. 2})} + \gamma_2;$$

$$\alpha_{(\text{ст. 2-вр. т.})} = \alpha_{(\text{ст. 2-ст. 1})} - \gamma_2;$$

$$x_{\text{вр. т.}} = x_{\text{ст. 1}} \pm l_1 \cos\alpha_{(\text{ст. 1-вр. т.})} = x_{\text{ст. 2}} \pm l_2 \cos\alpha_{(\text{ст. 2-вр. т.})};$$

$$y_{\text{вр. т}} = y_{\text{ст. 1}} \pm l_1 \sin\alpha_{(\text{ст. 1-вр. т.})} = y_{\text{ст. 2}} \pm l_2 \sin\alpha_{(\text{ст. 2-вр. т.})};$$

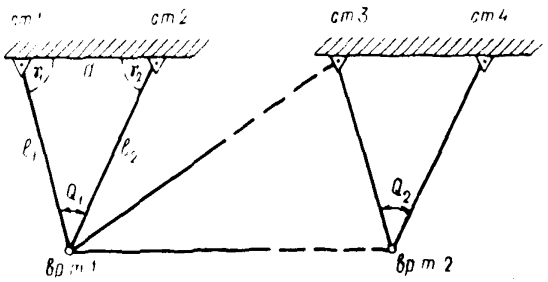


Рис. 19

4) исходным дирекционным углом для привязываемого хода должно служить α вр. т. ст. 3, вычисленное по координатам точек вр. т. ст. 3;

5) если из точки вр. т. 1 нет видимости на стенные знаки соседнего пункта хода, то описанным выше способом определяют координаты точки вр. т. 2, а ориентирование привязываемого хода производят по линии вр. т. 1 — вр. т. 2; пример 10-й вычисления привязки по этому способу приведен в прил. 5.

IV.17. Привязку к двойным стенным знакам можно производить также путем приближенного уравнивания, в случае привязки теодолитного хода путем уравнивания треугольника $C_2C_3P_2$ по двум сторонам и углу 2, принимая за неизменную сторону между стенными знаками (пример 11-й, прил. 5).

IV.18. Если по условиям местности непосредственное измерение расстояний от инструмента до центров стенных знаков затруднено (например, из-за ведения в этой зоне земляных работ), то привязку к двойной системе стенных знаков можно выполнить способом угловой засечки с условным базисом:

1) параллельно зданию, на котором установлены стенные знаки, разбивают базис; длину базиса принимают примерно равной расстоянию d, расстояние от здания до базиса также выбирают примерно равным величине d (рис. 20);

2) измеряют углы $Q_{1,\ 2,\ 3,\ 4,\ 5}$;

3) вычисляют координаты точки стояния инструмента по формулам:

$$l_1 = \frac{b \sin 3}{\sin \alpha}; \quad l_2 = \frac{b \sin 2}{\sin \delta};$$

$$l_3 = \frac{b \sin (1+2)}{\sin \alpha}; \quad l_4 = \frac{b \sin (3+4)}{\sin \delta};$$

$$a + b \sin (180^\circ + 1 + 2) + l_2 \sin (1 + 2 + 3 + 4) = \Delta y;$$

$$l_1 + b \cos (180^\circ + 1 + 2) + l_2 \cos (1 + 2 + 3 + 4) = \Delta x;$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\Delta y}{\Delta x}; \quad d' = \frac{\Delta y}{\sin \varphi} = \frac{\Delta x}{\cos \varphi};$$

$$d' = \frac{l_2 \sin 4}{\sin \beta} = \frac{l_1 \sin 1}{\sin \gamma};$$

$$\frac{d}{d'} = k; \quad \beta + \gamma = 180^\circ - (2+3) = A;$$

$$l_2 \sin 4 = f; \quad l_1 \sin 1 = g;$$

$$\sin A \operatorname{ctg} \gamma - \cos A = \frac{f}{g}; \quad \operatorname{tg} \gamma = \frac{\sin A}{\frac{f}{g} + \cos A}.$$

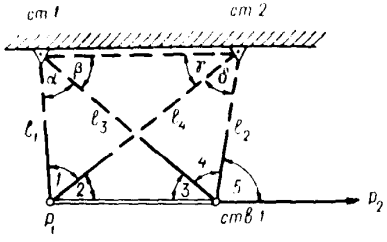


Рис. 20

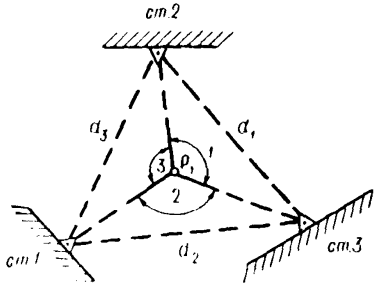


Рис. 21

Пример 12-й вычисления привязки по этому способу приведен в прил. 5.

IV.19. Способы привязки к тройным системам стенных знаков аналогичны способам привязки к двойным системам.

Пример 13-й вычисления такой привязки приведен в прил. 5.

IV.20. К трем или четырем одинарным стенным знакам, установленным на противоположных углах кварталов на перекрестке улиц, привязку можно осуществить по способу, предложенному инженером Ю. С. Хмелевским (рис. 21):

P_1 — инструмент;

1) измеряют углы *1*, *2*, *3*;

2) вычисляют координаты точки стояния инструмента по формулам:

$$x_{P_1} = \frac{P_{c_1}x_{c_1} + P_{c_2}x_{c_2} + P_{c_3}x_{c_3}}{P_{c_1} + P_{c_2} + P_{c_3}};$$

$$y_{P_1} = \frac{P_{c_1}y_{c_1} + P_{c_2}y_{c_2} + P_{c_3}y_{c_3}}{P_{c_1} + P_{c_2} + P_{c_3}};$$

$$P_{c_1} = \frac{1}{\operatorname{ctg} C_1 - \operatorname{ctg} 1}; \quad P_{c_2} = \frac{1}{\operatorname{ctg} C_2 - \operatorname{ctg} 2};$$

$$P_{c_3} = \frac{1}{\operatorname{ctg} C_3 - \operatorname{ctg} 3}.$$

Пример вычисления привязки к одинарным стенным знакам по этому способу приведен в прил. 5, пример 14-й.

2. ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ СТЕННЫХ ЗНАКОВ

IV.21. Восстановительные системы, которые могут состоять из двух или трех стенных знаков, изображенных на рис. 1 и 2, отличаются от ориентирных систем тем, что рабочие центры, на которых выполняют угловые и линейные измерения полигонометрических или теодолитных ходов, могут

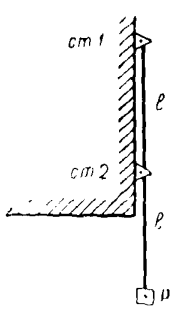


Рис. 22

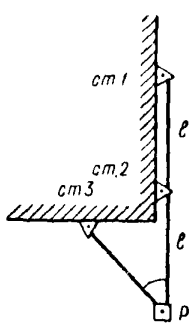


Рис. 23

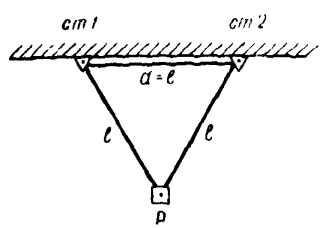


Рис. 24

быть при привязке новых ходов к стенным знакам восстановлены по тем же элементам, по которым они определялись.

IV.22. Створно-восстановительная система, предложенная инж. А. И. Марчуком, представляет собой два стенных знака, установленных на расстоянии l один от другого (рис. 22). Рабочий центр устанавливают в створе центров этих знаков на расстоянии l от крайнего знака. Восстановление утраченного рабочего центра производят так же, как и первоначальную установку, т. е. в створе стенных знаков на расстоянии l от них.

IV.23. Створно-восстановительная система с дополнительным контролем, предложенная инж. Ю. В. Мулюном (рис. 23), отличается

от предыдущей системы А. И. Марчука наличием третьего стенного знака, установленного так, чтобы направление на него с рабочего центра образовало с основным створом угол не менее 30°. Дополнительное направление служит контролем при восстановлении рабочего центра.

IV.24. Система равностороннего треугольника, предложенная инж. П. Ф. Дегтяревым, представляет собой два стенных знака, установленных с таким расчетом, чтобы расстояние между ними было равно расстояниям от центров стенных знаков до рабочего центра (рис. 24).

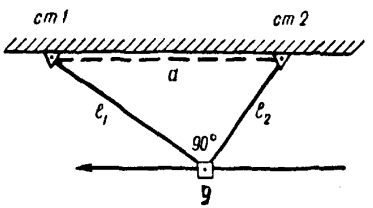


Рис. 25

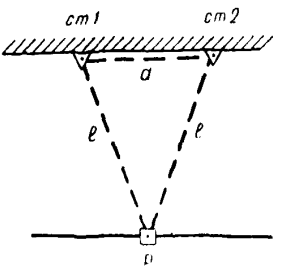


Рис. 26

Восстановление утраченного рабочего центра осуществляют линейной засечкой, в которой стороны равны расстоянию между центрами стенных знаков.

IV.25. Система прямоугольного треугольника представляет собой два стенных знака, с которых рабочий центр определяют и восстанавливают при утрате линейной засечки с неравными сторонами, образующими при пересечении угол 90° (рис. 25).

IV.26. Система равнобедренного треугольника, предложенная инж. Э. К. Хускевадзе, состоит из двух стенных знаков. Рабочий центр определяют и восстанавливают линейной засечкой с равными сторонами (рис. 26).

Для установки и восстановления рабочего центра при этой системе удобно пользоваться приспособлением, состоящим из двух равных по длине проволок, скрепленных кольцом. Свободные концы проволок удерживают шпильками у центров стенных знаков, а тонкая вешка, вставленная в скрепляющее проволоки кольцо, фиксирует центр восстанавливаемого знака (при горизонтальном положении проволок). Длины проволок в этом приспособлении должны быть не более 3—5 *м*. Натяжение производят от руки.

V. ТОЧНОСТЬ РАБОТ ПРИ КООРДИНИРОВАНИИ СТЕННЫХ ЗНАКОВ И ПРИВЯЗКЕ К НИМ

V.1. Измерения для передачи координат с временных точек на центры стенных знаков (при ориентированных системах) выполняют с суммарной средней квадратической ошибкой ± 2 *мм* во всех разрядах полигонометрии и ± 4 *мм* в теодолитных ходах

V.2. Для обеспечения контроля независимо от выбранного метода передачи координат необходимо производить избыточное число измерений.

V. 3. Измерения по снесению координат с центров стенных знаков на рабочие центры при восстановительных системах выполняют с суммарной средней квадратической ошибкой ± 3 *мм* при привязке полигонометрических ходов и ± 6 *мм* при привязке теодолитных ходов.

V.4. При измерениях для передачи координат на центры стенных знаков инструмент на временной точке должен центрироваться со средней квадратической ошибкой ± 1 *мм* в полигонометрии и ± 2 *мм* в теодолитных ходах, для чего необходимо использовать оптические отвесы и лотаппараты.

V.5. Углы поворотов хода и углы на стенные знаки (полярные углы или углы засечки) следует измерять так, чтобы избежать частой перефокусировки визирной трубы теодолита. Порядок наблюдений может быть, например, такой:

1) задняя точка хода;
2) передняя точка хода;
3) стенные знаки (один, два или три).

При другом круге измерения начинают со стенных знаков:

1) стенные знаки (один, два или три);
2) передняя точка хода;
3) задняя точка хода.

При измерении углов на узловой точке необходимо для контроля производить замыкание горизонта.

V.6. Полярные расстояния или расстояния линейных засечек измеряют стальной рулеткой с натяжением ее от руки, если линия не более 10 *м*, и при помощи динамометра с силой 10 *кг*, если линия больше 10 *м*.

V.7. В измеренные расстояния вводят поправки за компарирование рулетки, за температуру и наклон линии.

Компарирование рулетки проводят на плоскости (на полевом компараторе или женевской линейкой), а если на полевом компараторе при измерениях рулетка находится в подвешенном состоянии, то в измеренные длины линий вводят поправки за провес рулетки:

при $l = 10$ *м*;	провес $= -0{,}1$ *мм*;
» $l = 15$ *м*;	» $= -0{,}2$ *мм*;
» $l = 20$ *м*;	» $= -0{,}5$ *мм*.

Температуру воздуха в момент измерения (для введения поправки в измеренную линию) необходимо знать с ошибкой не более 2°, что можно сделать при помощи обыкновенного термометра.

Превышение между концами рулетки следует определять методами геометрического или геодезического нивелирования.

При этом ошибка не должна превышать 4—5 *мм*. Если позволяют условия измерения, можно избежать измерения превышения и введения поправки за нее, а измерять сразу горизонтальное проложе-

ние линии. Для этого надо определить наименьший отсчет по рулетке, наблюдаемый в оптический отвес теодолита.

Линии рекомендуется измерять в безветренную погоду. В исключительных случаях допускаются измерения при скорости ветра не более 10 *м/сек*.

V.8. Уравновешивание ходов, закрепленных стенными знаками, можно выполнить двумя способами.

1. Уравновешивают результаты измерений по временным точкам в обычном порядке. Уравновешенные значения координат с временных точек передают на центры стенных знаков. Достоинство этого способа в простоте камеральной обработки результатов измерений. Недостаток в том, что уравновешивание результатов измерений ходов и передачи координат на стенные знаки выполняется раздельно.

2. Углы и линии, измеренные в ходах по временным точкам, редуцируют на центры стенных знаков. Затем производят уравновешивание редуцированной сети в обычном порядке.

В этом случае производят контрольные вычисления (второй руки) по вспомогательным точкам, и сумма приращений между грунтовыми знаками должна быть одна и та же в пределах точности вычислений.

V.9. Опыт выполнения полевых работ с использованием стенных знаков показал, что часто временные точки, по которым производились основные измерения, некоторое время сохраняются и можно их использовать при съемочных работах. Поэтому при составлении каталогов координат рекомендуется включать в них не только координаты центров стенных знаков, но и координаты временных точек.

Кроме того, в каталог рекомендуется помещать значения горизонтальных проложений линии при засечках с тем, чтобы их можно было использовать для «восстановления» временных точек с точностью 2—3 *см*, достаточной для съемочных работ. Образец заполнения каталога координат приведен в прил. 6.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Консольные (штанговые) стенные знаки

1. Стенной знак конструкции Н. Н. Лебедева

Этот знак (рис. 27) представляет собой металлическую коробку длиной 52 *см*, высотой 5 *см*, глубиной 4 *см*, прикрепленную к стене на высоте 2 *м* от земли. Коробка имеет крышку и запирается замком. Внутри коробки на шарнирах крепятся две штанги длиной по 45 *см* каждая, изготовленные из уголкового железа. Выдвинутые из коробки штанги скрепляются свободными концами с третьей дополнительной штангой. На конце штанги имеется отверстие диаметром 2 *мм*, которое является центром знака и проектируется лотаппаратом или теодолитом с трех установок инструмента на рабочий центр. При утрате рабочего центра для привязки к такому знаку нужно открыть крышку знака, смонтировать штанги, снести центр знака на восстанавливаемый рабочий центр. При привязке теодолитного хода проектирование может выполняться при помощи нитяного отвеса.

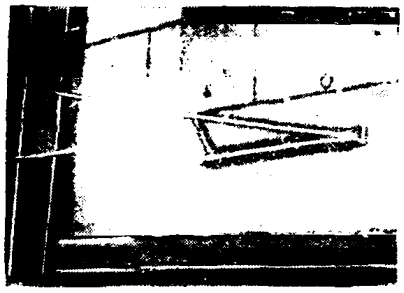


Рис. 27

2. Стенной знак конструкции Н. Н. Лебедева (модификация)

Стенной знак представляет собой такую же, как в предыдущей конструкции, коробку, внутри которой имеется планка с тремя отверстиями. К этой планке болтами крепится штанга длиной около 1 *м*. Отверстие на конце штанги служит центром знака.

Привязка к знаку выполняется так же, как в п. 1.

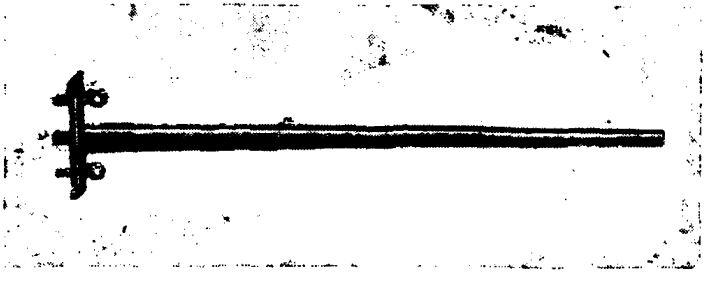


Рис. 28

3. Стенной знак конструкции И. А. Анисимова

Знак представляет собой чугунную или стальную марку, забетонированную в стене здания на высоте около 2 *м* от земли. На лицевой стороне марки имеются пазы (рис. 29), к которым крепится переносная штанга длиной около 1 *м*, изготовленная из уголкового железа (рис. 30). Отверстие на конце штанги служит центром знака. Для использования знака необходимо обратиться в организацию, в которой хранятся переносные штанги. Способ привязки такой же, как в п. 1.

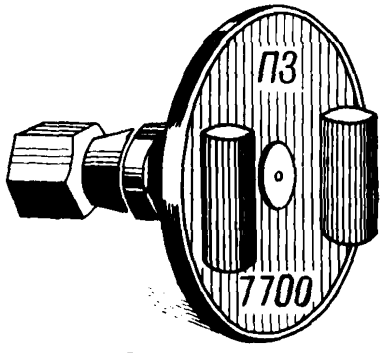


Рис. 29

4. Стенной знак конструкции К. И. Зимина

Знак представляет собой две переносные штанги длиной около 1 *м* каждая (рис. 31), скрепленные между собой шарниром. Отверстие в шарнире служит центром знака. Штанги крепятся к двум петлям, вбетонированным в стену здания. Способ привязки к знаку такой же, как показано в п. 1.

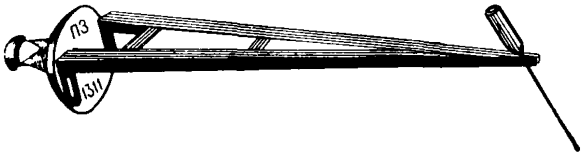


Рис. 30

5. Стенной знак конструкции В. Н. Корнева

Знак (рис. 32) представляет собой чугунную или стальную марку, забетонированную в стену здания. В имеющееся в марке отверстие вставляют переносную дюралюминиевую штангу длиной 2 *м*. Отверстие на конце штанги служит центром знака. Используется знак так же, как указано в п. 1.



Рис. 31

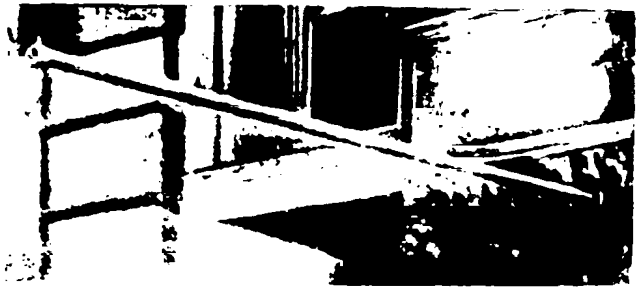


Рис. 32

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Согласовано:

Главный архитектор города (района)

_____

(подпись, печать)

Список
мест установки стенных геодезических знаков

Объект _____

Вид сети _____

Организация _____

№ по пор.	Название улиц и номера домов	Типы знаков	Примечания

Рекогносцировку провел и список составил

_____

(должность, фамилия, подпись)

_____

(дата)

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Кроки привязки стенных знаков

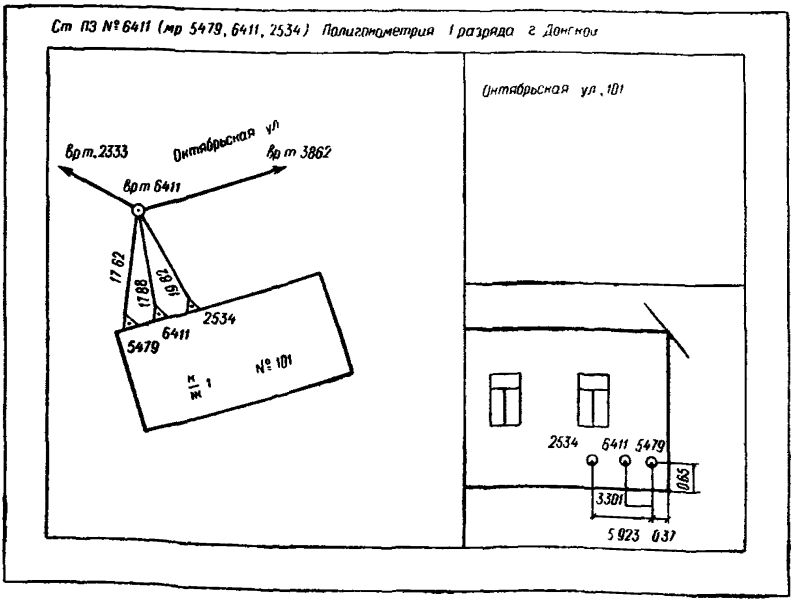


Рис. 33

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Акт №_____

о сдаче геодезических знаков на наблюдение за сохранностью

Я, нижеподписавшийся, _____
(имя, отчество, фамилия

_____
сдатчика, должность, название учреждения, адрес)

на основании Постановления Совета Министров СССР сдал на наблюдение за сохранностью и я, нижеподписавшийся, _____

_____
(фамилия, имя, отчество, должность принявшего, учреждение)

_____принял на наблюдение за сохранностью геодезические знаки, расположенные _____

_____
(указать местоположение знаков: населенный пункт, улицы)

В случае порчи или уничтожения знаков, принявший на наблюдение обязан немедленно сообщить в Территориальную инспекцию Госгеонадзора по адресу _____

_____

Список геодезических знаков в количестве _____прилагается.

Акт составлен _____«_____» дня 19___ года в количестве трех экземпляров, из которых один хранится _____
(учреждение,

_____
адрес)

другой вручен _____
(имя, отчество и фамилия производителя работ)

третий направлен в Территориальную инспекцию Госгеонадзора Главного управления геодезии и картографии _____
(адрес

_____
ТИ ГГН ГУГК)

Сдал _____ Принял _____
(подпись) (подпись)

Приложение к акту №_____ о сдаче геодезических знаков на наблюдение за сохранностью

Список

стенных знаков, установленных в г._____области

№ по пор.	Номера пунктов сети	Типы систем стенных знаков	Номера стенных знаков	Конструктивные типы стенных знаков	Местоположение стенных знаков

Сдал _____ Принял _____
(подпись, печать) (подпись, печать

Передача координат на одинарные сте

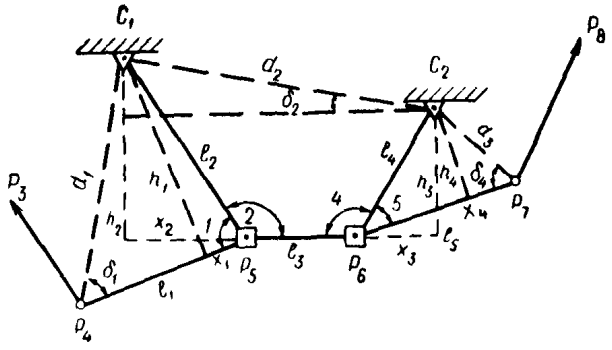


Рис. 34

Определяемые

Вычисление

Формулы: $h_1 = l_2 \cdot \sin 1$; $x_1 = l_2 \cdot \cos 1$; $h_2 = l_2 \cdot \sin(180^\circ - \angle 2) = l_2 \cdot \sin \alpha$

$x_4 = l_4 \cdot \cos 5$; d_3

$$\operatorname{tg} \delta_1 = \frac{h_1}{l_1 - x_1}; \quad \operatorname{tg} \delta_4 = \frac{h_4}{l_5 - x_4}; \quad \operatorname{tg} \delta_2 = \frac{h_2 - h_3}{l_3 + x_3 + x_2};$$

Обозначения	Величины	Обозначения	Величины	Обозначения	Величины	Обозначения
$\angle 1$	87° 13′ 52″	α	80° 00′ 05″	β	87° 41′ 15″	$\angle 5$
sin 1	0,998832	sin α	0,984812	sin β	0,999186	sin 5
cos 1	0,048307	cos α	0,173624	cos β	0,040350	cos 5
l_2	13,433	l_2	13,433	l_4	10,847	l_4
h_1	13,417	h_2	13,229	h_3	10,838	h_4
x_1	0,649	x_2	2,332	x_3	0,438	x_4

Вычисление

Название пунктов	Дирекционные направления	Стороны S в м (горизонтальные расстояния)
P_4		
	171° 03′ 17″	157,068
C_1	183 53 51	192,130
C_2	179 16 57	216,395
P_7		

слений (1—14)

Пример 1-й

нные знаки методом редуцирования

Исходные данные

Пункты	X	Y	Дирекционные направления	Стороны
P_4	−4718,343	+17344,817	175° 57′ 18″	157,143
P_5			183 11 05	189,345
P_6			176 26 42	217 837
P_7	−5281,565	+17358,891		

Измерено:

$\angle 1 = 87° 13' 52''$ $\angle 2 = 99° 59' 55''$

$\angle 4 = 92\ 18\ 45$ $\angle 5 = 80\ 56\ 52$

$l_2 = 13{,}433$ $l_4 = 10{,}847$

пункты C_1 и C_2

редукций

$x_2 = l_2 \cdot \cos\alpha$; $h_3 = l_4 \cdot \sin(180° - \angle 4) = l_4 \cdot \sin\beta$; $x_3 = l_4 \cdot \cos\beta$; $h_4 = l_4 \cdot \sin 5$; $= (l_5 - x_4) \sec\delta_4$;

$d_1 = (l_1 - x_1) \sec\delta_1$; $d_2 = (l_3 + x_2 + x_3) \sec\delta_2$

Величины	Обозначения	Величины	Обозначения	Величины	Обозначения	Величины
80° 56′ 52″	l_1	157,143	l_3	189,345	l_5	217,837
0,987546	x_1	0,649	$h_2 - h_3$	2,391	x_4	1,707
0,157334	$l_1 - x_1$	156,496	$l_3 + x_2 + x_3$	192,115	$l_5 - x_4$	216,130
10,847	tg δ_1	0,085735	tg δ_2	0,012446	tg δ_4	0,049563
10,712	δ_1	4° 54′ 01″	δ_2	0° 42′ 46″	δ_4	2° 50′ 15″
1,707	sec δ_1	1,003669	sec δ_2	1,000077	sec δ_4	1,001227
	d_1	157,068	d_2	192,130	d_3	216,395

координат

Δx	Δy	X	Y	Название пунктов
		−4718,343	+17344,817	P_4
−155,158	+24,423	−4873,501	+17369,240	C_1
−191,686	−13,059	−5065,187	+17356,181	C_2
−216,378	+2,710	−5281,565	+17358,891	P_7

Передача координат на центры двух стенных знаков полярным методом (строгий способ)

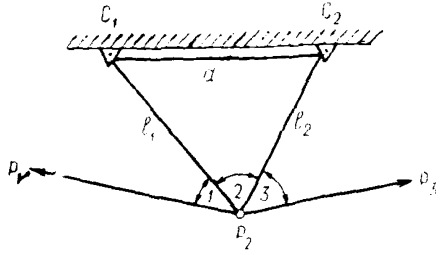


Рис. 35

Исходные данные:

$X_{P_2} = 1147{,}141$ $\quad Y_{P_2} = 817{,}437$

$\alpha_{P_2-P_3} = 278^\circ\,14'\,18''$ $\quad d = 189{,}143$

Измерено:

$\angle 1 = 18^\circ\,14'\,15''$ $\quad l_1 = 16{,}6800$

$\angle 2 = 64\ 13\ 11$ $\quad l_2 = 17{,}4350$

$\angle 3 = 106\ 55\ 35$ $\quad d = 18{,}1430$

Определяемые пункты C_1 и C_2

Формулы: $d^2 = l_1^2 + l_2^2 - 2l_1l_2\cos 2$; $(l_1 - l_2\cos 2)\,\Delta\, l_1 + (l_2 - l_1\cos 2)\,\Delta\, l_2 - d\cdot\Delta d + l_1\cdot l_2\cdot \sin 2\,\Delta\, 2 + \frac{f}{2} = 0$.

Обозначения	Величины	Обозначения	Величины	Обозначения	Величины	Обозначения	Величины до уравнивания	Величины после уравнивания	Обозначения	Величины
l_1	16,680	l_2	17,435	$\frac{l_1 l_2}{\sin 2}$	290,816					
$l_2\cos 2$	7,583	$l_1\cos 2$	7,254	$l_1 l_2 \sin 2$	261,870	l_1^2	278,2224	278,20339	$(m_2'')^2$	100,0
						l_2^2	303,9792	303,95621	$(m_s)^2$	6,25
$l_1 - l_2\cos 2$	9,097	$l_2 - l_1\cos 2$	10,181	$\frac{l_1 l_2 \sin 2}{\rho}$	1,269	$-2l_1l_2\cos 2$	−252,9640	−252,94807	$1/P^2$	1/16.00
						d^2	+329,1684	329,21063		
						f	+0,0692	−0,00010		

Таблица условных уравнений и поправок

Обозначение	a	$\frac{aa}{P}$	$1/P$	Поправка	Pv^2
v_2	+1,269	25,766	16,00	−1″,30	1,09
v_3	+9,097	82,755	1	−0 ,58	0,34
v_{l_2}	+10,181	103,653	1	−0 ,65	0 42
v_d	−18,143	329,168	1	+1,16	1,35
		541,342			3,17

$$541{,}34 \cdot K_1 + 34{,}6 = 0, \quad K_1 = -0{,}0639$$

Решение треугольников

Название вершин	Уравненные углы	Синусы	Уравненные стороны
C_1	59° 54′ 36″,4	0,865238	17,43434
C_2	55 52 14 ,5	0,827773	16,67943
P_2	64 13 09 ,7	0,960465	18,14416
			20,14976

Вычисление координат

Название пунктов	Дирекционные направления	Стороны S в м (горизонтальные расстояния)	Δx	Δy	X	Y	Название пунктов
P_2					+1147,141	+817,437	P_2
C_1	171° 18′ 43″	16,67943	−16,4880	+2,5195	+1130,6530	+819,956	C_1
C_2	291 24 07	18,14416	+6,6209	−16,8930	+1137,2739	+803,0635	C_2
P_2	55 31 52	17,43434	+9,8671	+14,3735	+1147,141	+817,437	P_2

Пример 3-й

Передача координат на систему трех стенных знаков полярным методом

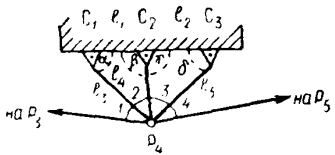


Рис. 36

Исходные данные:

$X_{P_4} = 5348{,}174$

$Y_{P_4} = 2465{,}485$

$\alpha_{P_3-P_4} = 178^\circ\ 13'\ 51''$

$\alpha_{P_4-P_5} = 197\ \ 36\ \ 24$

Измерено:

$\angle\ 1 = 44^\circ\ 13'\ 37''$	$l_1 = 7{,}931$
$\angle\ 2 = 31\ \ 45\ \ 13$	$l_2 = 11{,}291$
$\angle\ 3 = 41\ \ 17\ \ 38$	$l_3 = 15{,}070$
$\angle\ 4 = 82\ \ 06\ \ 05$	$l_4 = 12{,}830$
	$l_5 = 17{,}110$

Определяемые пункты C_1, C_2, C_3

Формулы: $\cos\gamma = \dfrac{l_4 - l_5\cos 3}{l_2}$; $\cos\beta = \dfrac{l_4 - l_3\cos 2}{l_1}$.

Определение углов γ и β

Обозначения	Величины	Обозначения	Величины
cos 3	0,751334	cos 2	0,850319
l_4	12,830	l_4	12,830
$l_5 \cos 3$	12,855	$l_3 \cdot \cos 2$	12,814
$l_4 - l_5 \cos 3$	−0,025	$l_4 - l_3 \cdot \cos 2$	0,0157
cos γ	−0,002241	cos β	0,001980
γ	90° 07′ 42″	β	89° 53′ 12″
δ	48° 34′ 40″	α	58° 21′ 35″

Вычисление координат

Название пунктов	Дирекционные направления	Стороны S в м (горизонтальные расстояния)	Δx	Δy	X	Y	Название пунктов
P_3	178° 13′ 51″						P_3
P_4	42 27 28	15,070	+11,118	+10,173	+5348,174	+2465,485	P_4
C_1	164 05 53	7,931	−7,627	+2,173	+5359,292	+2475,658	C_1
C_2	164 04 59	11,291	−10,858	+3,096	+5351,665	+2477,831	C_2
C_3	295 30 19	17,110	+7,367	−15,443	+5340,807	+2480,927	C_3
P_4	197 36 24				+5348,174	+2465,485	P_4
P_5							P_5

Пример 4-й

Вычисление координат центров двух стенных знаков методом угловой засечки (при помощи базиса)

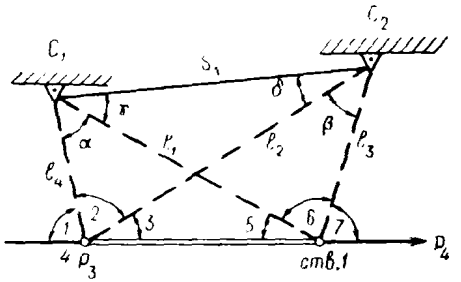


Рис. 37

Исходные данные:

$X_{P_3} = 430{,}411$ $Y_{P_3} = 140{,}952$

$X_{\text{ств}} = 448{,}423$ $Y_{\text{ств}} = 176{,}802$

$\alpha_{P_3\,\text{ств}} = 63^\circ\,19'\,30''$ $b = 40{,}120$

Измерено:

$\angle 1 = 78^\circ\,54'\,54''$ $\angle 5 = 24^\circ\,06'\,06''$

$\angle 2 = 73\ 55\ 06$ $\angle 6 = 74\ 51\ 36$

$\angle 3 = 37\ 10\ 00$ $\angle 7 = 81\ 02\ 18$

$\angle 4 = 180\ 00\ 00$ $S_1 = 55{,}443$

Определяемые пункты C_1 и C_2

Формулы: $\operatorname{tg}\gamma = \dfrac{l_3 \cdot \sin 6}{l_4 - l_3 \cos 6}$; $\operatorname{tg}\delta = \dfrac{l_4 \cdot \sin 2}{l_2 - l_4 \cos 2}$; $S_1 = \dfrac{l_3 \cdot \sin 6}{\sin\gamma}$; $S_1 = \dfrac{l_4 \cdot \sin 2}{\sin\delta}$.

Решение треугольников

Название углов	Углы	sin	Стороны в м	Стороны	Название углов	Углы	sin	Стороны в м	Название сторон
α	44° 48′ 48″	0,70481	40,120	b	β	43° 52′ 18″	0,69304	40,120	b
2+3	111 05 06	0,93305	53,112	l_1	5+6	98 57 42	0,98779	57,183	l_2
5	24 06 06	0,40835	23,245	l_4	3	37 10 00	0,60414	34,974	l_3
	180 00 00					180° 00′ 00″			

Вычисление γ, δ, S_1

Обозначения	Величины	Обозначения	Величины	Обозначения	Величины	Обозначения	Величины
$l_3 \cdot \sin 6$	33,7600	$l_1 - l_3 \cos 6$	43,9785	$l_4 \sin 2$	22,3354	$d_2 - d_4 \cos 2$	50,7439
$\sin 6$	0,96529	$\operatorname{tg} \gamma$	0,76765	$\sin 2$	0,96087	$\operatorname{tg} \delta$	0,44016
l_3	34,974	γ	37° 30′ 42″	l_4	23,245	δ	23° 45′ 26″
$\cos 6$	0,26118	$\sin \gamma$	0,60892	$\cos 2$	0,27701	$\sin \delta$	0,40286
l_1	53,112	S_1	55,442	l_2	57,183	S_1	55,442
$l_3 \cos 6$	9,1345			$l_4 \cos 2$	6,4391		

Вычисление координат

Названия пунктов	Дирекционные направления	Стороны S в *м* (горизонтальные расстояния)	Δx	Δy	X	Y	Названия пунктов
P_3					+430,411	+140,952	P_3
C_1	312° 14′ 24″	23,245	+15,625	−17,207	+446,036	+123,745	C_1
ств. 1					+448,423	+176,802	ств. 1
C_2	342 17 12	34,974	+33,318	10,641	+481,741	+166,161	C_2
C_1					+446,036	+123,745	C_1
C_2	49 54 54	55,442	+35,702	+42,418	+481,738	+166,163	C_2

Передача координат на центры двух стенных знаков, расположенных на противоположных сторонах улицы

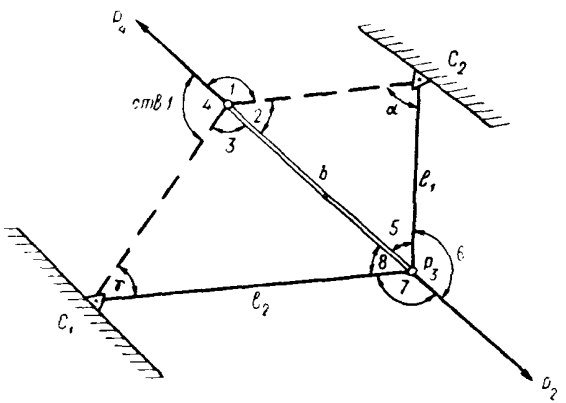


Рис. 38

Исходные данные:

$X_{P_3} = 381{,}450$ $\quad Y_{P_3} = 372{,}990$

$\alpha_{P_3-P_2} = 310^\circ\ 28'\ 30''$

$b = 27{,}180$

Измерено:

$\angle\ 1 = 120^\circ\ 44'\ 24''$	$\angle\ 6 = 136^\circ\ 54'\ 12''$
$\angle\ 2 = 59\ 15\ 36$	$\angle\ 7 = 115\ 26\ 00$
$\angle\ 3 = 51\ 10\ 30$	$\angle\ 8 = 64\ 34\ 00$
$\angle\ 4 = 128\ 49\ 30$	$l_1 = 23{,}913$
$\angle\ 5 = 43\ 05\ 48$	$l_2 = 23{,}510$

Определяемые пункты C_1 и C_2

Решение треугольников

Название углов	Углы	sin	Стороны l, вычисленные в м	Название сторон	Стороны l, измеренные в м	Название углов	Углы	sin	Стороны l, вычисленные в м	Название сторон	Стороны l, измеренные в м
2	59° 15′ 36″	0,859495	23,915	l_1	23,913	3	51° 10′ 30″	0,779064	23,507	l_2	23,510
α	77 38 36	0,976834	27,180	b		γ	64 15 30	0,900761	27,180	b	
5	43 05 48	0,683232	19,010			8	64 34 00	0,903086	27,250		
	180 00 00						180 00 00				

Название пунктов	Дирекционные направления	Стороны S в м (горизонтальные расстояния)	Δx	Δy	X	Y	Название пунктов
P_4					+381,450	+372,990	P_4
	130° 28′ 30″						
P_3					+405,214	+370,313	P_3
	353 34 18	23,914	+23,764	−2,677			
C_2					+371,854	+351,530	C_2
	245 54 30	23,508	−9,596	−21,460			
C_1					+381,450	+372,990	C_1
P_3					+399,093	+352,314	P_3
	310 28 30	27,180	+17,643	−20,676			
ств 1					+405,215	+370,312	ств 1
	71 12 54	19,011	+6,122	+17,918			
C_2					+371,854	+351,529	C_2
	181 39 00	27,250	−27,239	−0,785			
C_1							C_1

Пример 6-й

Вычисление координат стенного знака методом линейной засечки

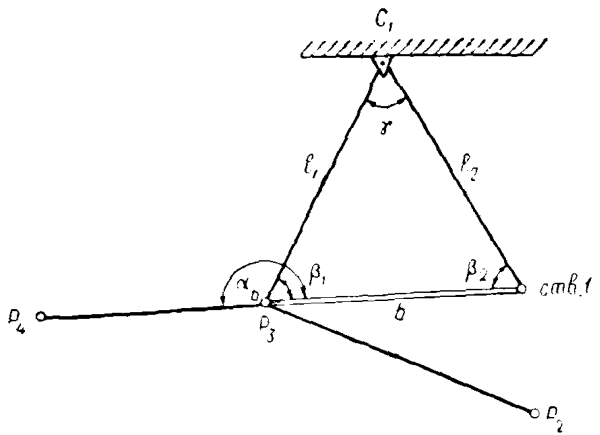


Рис. 39

Исходные данные:

$X_{P_3} = 4575{,}242 \quad Y_{P_3} = +2180{,}753$

$\alpha_{P_3-P_4} = 267^\circ\ 32'\ 24''$

Измерено:

$l_1 = 5{,}431$
$l_2 = 6{,}754$
$b = 7{,}981$
$\alpha_b = 180^\circ\ 00'\ 00''$

Определяемый пункт C_1

Вычисления

1. Вычисляют значения углов β_1, β_2 и γ.

Первый способ: $\cos\gamma = \dfrac{l_1^2 + l_2^2 - b^2}{2 l_1 l_2}$; $\sin\beta_1 = \dfrac{l_2 \sin\gamma}{b}$; $\sin\beta_2 = \dfrac{l_1 \sin\gamma}{b}$.

Обозначения	Величины	Обозначения	Величины	Обозначения	Величины
l_1^2	29,496	l_2	6,754	l_1	5,431
l_2^2	45,617	$\sin\gamma$	0,987818	$\sin\gamma$	0,987818
$-b^2$	63,696	β	7,981	b	7,981

$2l_1l_2$ $\cos\gamma$	73,362 0,155611	$\sin\beta_1$ β_1	0,835951 56° 42′ 54″	$\sin\beta_2$ β_2	0,672201 42° 14′ 14″
γ	81° 02′ 52″	Контроль: $\gamma+\beta_1+\beta_2=180°\ 00'\ 00''$			

Второй способ: $\cos\beta_1=\frac{2P(P-l_2)}{l_1b}-1$; $\cos\beta_2=\frac{2P(P-l_1)}{bl_2}-1$; $\cos\gamma=\frac{2P(P-b)}{l_1l_2}-1$; $P=\frac{l_1+l_2+b}{2}$.

Обозначения	Величины	Обозначения	Величины	Обозначения	Величины	Обозначения	Величины
$2P$	20,166	$2P(P-l_2)$	67,133	$2P(P-l_1)$	93 812	$2P(P-b)$	42,389
P	10,083	l_1b	43,345	$l_2\cdot b$	53,904	l_1l_2	36,681
$P-l_1$	4,652	$2P(P-l_2)$	1,548806	$2P_4(P-l_1)$	1,740368	$2P(P-b)$	1,155612
$P-b$	2,102	l_1b		$l_2\cdot b$		l_1l_2	
$P-l_2$	3,329	$\cos\beta_1$	0,548806	$\cos\beta_2$	0,740368	$\cos\gamma$	0,155612
		β_1	56° 42′ 54″	β_2	42° 14′ 14″	γ	81° 02′ 52″
			Контроль: $\beta_1+\beta_2+\gamma=180°\ 00'\ 00''$				

Вычисление координат

Название пунктов	Дирекционные направления	Стороны S в $м$ (горизонтальные расстояния)	Δx	Δy	X	Y	Название пунктов
P_4					+4575,242	+2180,753	P_4
P_3	87° 32′ 24″				+4579,906	+2183,536	P_3
C_1	30 49 30	5,431	+4,664	+2,783	+4575,242	+2180,753	C_1
P_3					+4575,585	+2188,727	P_3
ств 1	87 32 24	7,981	+0,343	+7,974	+4579,906	+2183,536	ств 1
C_1	309 46 38	6,754	+4,321	−5,191			C_1

Пример 7-й

Привязка к одинарному стенному знаку при наличии видимости на соседние знаки

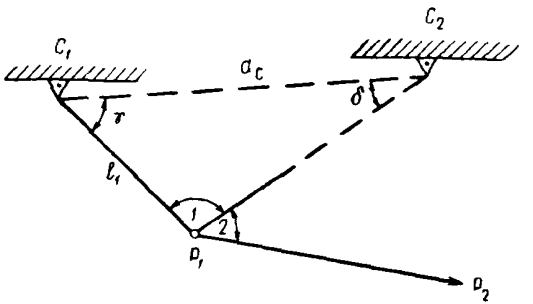


Рис. 40

Исходные данные:

$X_{C_1} = 868{,}929$; $Y_{C_1} = 168{,}472$

$X_{C_2} = 995{,}044$; $Y_{C_2} = 282{,}611$

$\alpha_{C_1-C_2} = 42^\circ\ 08'\ 33''$; $d_C = 170{,}096$

Измерено:

$\angle 1 = 88^\circ\ 28'\ 05''$; $l_1 = 5{,}624$

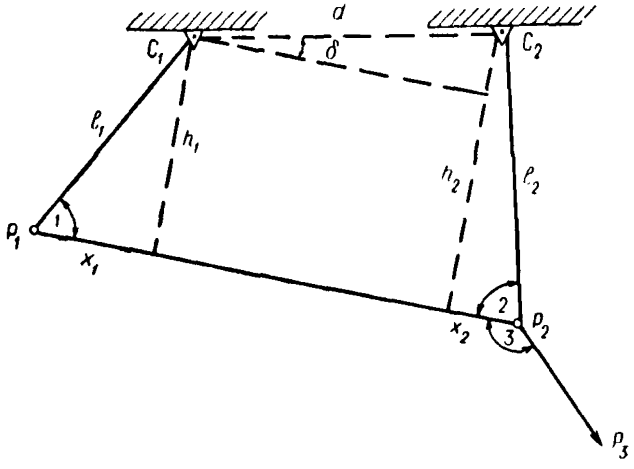
Определяемый пункт P_1

Формулы: $\sin\delta = \dfrac{l_1 \sin 1}{d_C}$; $\gamma = 180^\circ - (1+\delta)$; $\sin\delta = \dfrac{5{,}624 \cdot 0{,}999642}{170{,}096} = 0{,}033052$; $\delta = 1^\circ\ 53'\ 39''$.

Вычисление координат

Название пунктов	Дирекционные направления	Стороны S в м (горизонтальные расстояния)	Δx	Δy	X	Y	Название пунктов
C_1					+868,929	+168,472	C_1
P_1	131° 46′ 49″	5,624	−3,747	+4,194	+865,182	+172,666	P_1

Привязка к стенным знакам (метод редуцирования)



Исходные данные:

$X_1 = 100{,}500$
$Y_1 = 20{,}900$
$X_2 = 116{,}998$
$Y_2 = 209{,}786$
$\alpha_{P_1-P_2} = 85^\circ\,00'\,30''$
$d = 189{,}605$
$\angle\,1 = 85^\circ\,02'\,00''$
$\angle\,2 = 78^\circ\,10'\,15''$
$\angle\,3 = 150^\circ\,16'\,10''$
$l_1 = 10{,}350$
$l_2 = 13{,}645$

Рис. 41

Определяемый пункт P_2 и дирекционное направление $P_1 - P_2$

Формулы: $h_1 = l_1 \sin 1$; $h_2 = l_2 \sin 2$; $\sin\delta = \dfrac{h_2 - h_1}{d}$.

Решение

$$h_1 = 10{,}350 \sin 85^\circ\,02'\,00'' = 10{,}350 \cdot 0{,}996245 = 10{,}311;$$

$$h_2 = 13{,}645 \sin 78^\circ\,10'\,15'' = 13{,}645 \cdot 0{,}978763 = 13{,}355;$$

$$\sin\delta = \frac{13{,}355 - 10{,}311}{189{,}605} = \frac{3{,}044}{189{,}605} = 0{,}016054; \quad \delta = 0^\circ\,55'\,11''.$$

Дирекционное направление линии $P_1 - P_2$ будет $\alpha_{P_1-P_2} = 85^\circ\,55'\,41''$.

Вычисление координат

Название пунктов	Дирекционные направления	Стороны S в м (горизонтальные расстояния)	Δx	Δy	X	Y	Название пунктов
C_1							C_1
	$85^\circ\,00'\,30''$						
C_2					+116,998	+209,786	C_2
	164 05 56	13,645	213,123	+3,738			
P_2					+103,875	+213,524	P_2

Привязка к стенным знакам методом створа

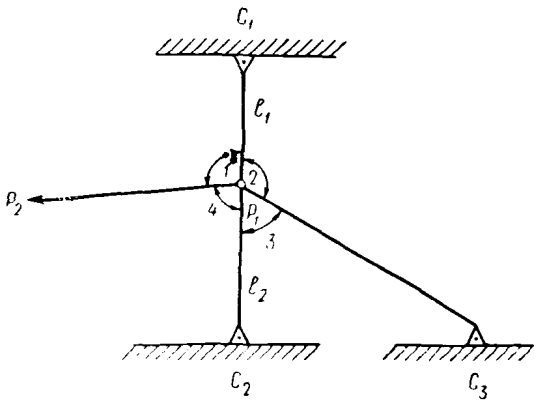


Рис. 42

Исходные данные:

$X_{c_1} = 474{,}459$	$Y_{c_1} = 425{,}436$
$X_{c_2} = 500{,}972$	$Y_{c_2} = 426{,}756$
$X_{c_3} = 504{,}978$	$Y_{c_3} = 530{,}837$
$\alpha_{c_1-c_2} = 2^\circ\ 51'\ 01''$	$d = 26{,}546$

Измерено:

$\angle\ 1 = 90^\circ\ 30'\ 46''$	$l_1 = 13{,}003$
$\angle\ 2 = 97\ \ 48\ \ 13$	$l_2 = 13{,}540$
$\angle\ 3 = 82\ \ 11\ \ 47$	
$\angle\ 4 = 89\ \ 29\ \ 14$	

Определяемый пункт P_1

Контроль:

$$\angle 1+4 = 90^\circ\,30'\,46'' + 89^\circ\,29'\,14'' = 180^\circ\,00'\,00''$$

$$\angle 3+2 = 82^\circ\,11'\,47'' + 97^\circ\,48'\,13'' = 180^\circ\,00'\,00''$$

$$d_{изм} = 26{,}543$$

$$d_{выч} = 26{,}546$$

Вычисление координат

Название пунктов	Дирекционные направления	Стороны S в $м$ (горизонтальные расстояния)	Δx	Δy	X	Y	Название пунктов
C_1					+474,459	+425,436	C_1
	2° 51′ 01″	13,003	+12,987	+0 647			
P_1					+487,446	+426,083	P_1
C_2					+500,972	+426,756	C_2
	182 51 01	13,540	−13,523	−0,673			
P_1					+487,449	+426,083	P_1

Пример 10-й

Привязка к системе двойных стенных знаков полярным методом

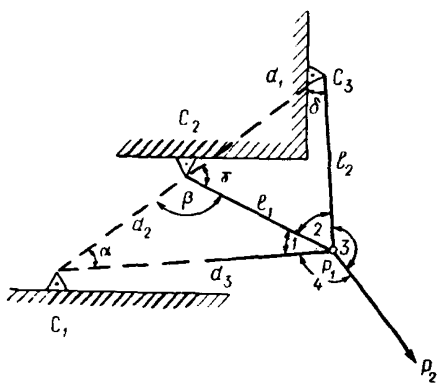


Рис. 43

Исходные данные:

$X_{C_1} = 454{,}390$	$Y_{C_1} = 314{,}804$
$X_{C_2} = 474{,}459$	$Y_{C_2} = 425{,}436$
$X_{C_3} = 492{,}972$	$Y_{C_3} = 432{,}736$
$\alpha_{C_1-C_2} = 79^\circ\,43'\,05''$	$d_2 = 112{,}431$
$\alpha_{C_2-C_3} = 21^\circ\,31'\,13''$	$d_1 = 19{,}900$

Измерено:

$\angle\,1 = 41^\circ\,38'\,24''$	$\angle\,3 = 182^\circ\,44'\,03''$
$\angle\,2 = 43^\circ\,06'\,48''$	$\angle\,4 = 92^\circ\,30'\,45''$

$l_1 = 15{,}361$

$l_2 = 28{,}119$

Определяемый пункт P_1

Формулы: $\sin\gamma = \dfrac{l_2 \cdot \sin 2}{d_1}$; $\sin\delta = \dfrac{l_1 \cdot \sin 2}{d_1}$; $\sin\alpha = \dfrac{l_1 \cdot \sin 1}{d_2}$; $d_3 = \dfrac{d_2 \cdot \sin\beta}{\sin 1}$.

Решение треугольников

Название сторон	Стороны в м	sin	Название углов	Углы	Название сторон	Стороны в м	sin	Название углов	Углы
l_2	28,119	0,683443	2	43° 06′ 48″	l_1	15,361	0,664448	1	41° 38′ 24″
d_1	19,900	0,965715	γ	105 02 46	d_2	112,437	0,090776	α	5 12 30
l_1	15,361	0,683443	2	43 06 48	d_2	112,437	0,729546	β	133 09 06
d_1	19,900	0,527556	δ	31 50 26	d_3	123,453	0,664447	1	41 38 24

Вычисление координат

Название пунктов	Дирекционные направления	Стороны S в м (горизонтальные расстояния)	Δx	Δy	X	Y	Название пунктов
C_1					+454,390	+314,804	C_1
P_1	84° 55′ 35′	123,453	+10,918	+122,969	+465,308	+437,773	P_1
C_2					+474,459	+425,436	C_2
P_1	126 33 59	15,361	−9,151	+12,337	+465,308	+437,773	P_1
C_3					+492,972	+432,736	C_3
P_1	169 40 47	28,119	−27,664	+5,038	+465,308	+437,774	P_1

Пример 11-й

Привязка к системе двойных стенных знаков

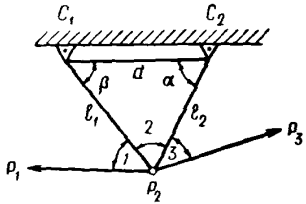


Рис. 44

Исходные данные:

$X_{C_1} = 1800{,}143$	$Y_{C_1} = 4372{,}513$
$X_{C_2} = 1782{,}831$	$Y_{C_2} = 4373{,}038$
$\alpha_{C_1-C_2} = 178^\circ\ 15'\ 42''$	$d = 17{,}320$

Измерено:

$\angle\ 1 = 41^\circ\ 12'\ 13''$	$l_1 = 15{,}837$
$\angle\ 2 = 63\ \ 15\ \ 15$	$l_2 = 17{,}132$
$\angle\ 3 = 80\ \ 27\ \ 24$	$d = 17{,}320$

Определяемый пункт P_2

Формулы: $d^2 = l_1^2 + l_2^2 - 2l_1 l_2 \cos 2$; $\delta_{l_1} = ka l_1$; $\delta_{l_2} = kb l_2$; $a = \frac{1}{d}(l_1 - l_2 \cos 2)$; $b = \frac{1}{d}(l_2 - l_1 \cos 2)$;

$$k = \frac{\delta d}{a^2 l_1 + b^2 l_2}; \quad \delta_d = d_{\text{катал}} - d_{\text{выч.}}; \quad \delta_2 = 0.$$

Обозначения	Величины	Обозначения	Величины	Обозначения	Величины	Обозначения	Величины
l_1^2	250,8106	l_1	15,8370	l_2	17,1320	a^2l_1	3,4850
l_2^2	293,5055	$-l_2 \cos 2$	7,7100	$-l_1 \cos 2$	7,1272	b^2l_2	5,7136
$-2l_1l_2 \cos 2$	244,2060	$l_1 - l_2 \cos 2$	8,1270	$l_2 - l_1 \cos 2$	10,0048	$a^2l_1 + b^2l_2$	9,1986
d^2	300,1101	a	0,4691	b	0,5775	k	0,4022
d	17,3237						
$\delta\alpha$	−37						
kal_1	−2,988	$l_1 + \delta_{l_1}$	15,8340	$\sin \alpha$	0,816385	$\angle \alpha$	54° 43′ 30″
kbl_2	−3,980	$l_2 + \delta_{l_2}$	17,1280	$\sin \beta$	0,883103	$\angle \beta$	62 01 12
		d	17,3200	$\sin 2$	0,893002	$\angle 2$	63 15 15
						Σ	179 59 57

Вычисление координат

Название пунктов	Дирекционные направления	Стороны S в м (горизонтальные расстояния)	Δx	Δy	X	Y	Название пунктов
C_1					+1800,143	+4372,513	C_1
P_2	240° 16′ 54″	15,834	−7,850	−13,751	+1792,293	+4358,762	P_2
C_2					+1782,831	+4373,038	C_2
P_2	303 32 12	17,128	+9,463	−14,277	+1792,294	+4358,761	P_2

Пример 12-й

Вычисление привязочных точек методом угловых засечек (по способу условного базиса)

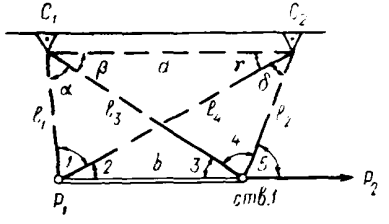


Рис. 45

Исходные данные:

$X_{C_1} = 639{,}340$ $Y_{C_1} = 175{,}414$

$X_{C_2} = 620{,}867$ $Y_{C_2} = 167{,}846$

$\alpha_{C_1-C_2} = 202^\circ\ 16'\ 40''$

$d = 19{,}963$

Измерено:

$\angle 1 = 50^\circ\ 41'\ 24''$ $\angle 3 = 40^\circ\ 21'\ 12''$

$\angle 2 = 43\ 09\ 48$ $\angle 4 = 45\ 30\ 48$

$P_{1\ \text{ств}_1} = 20{,}000$

Определяемые пункты P_1 и $P_{1\ \text{ств}_1}$

Решение треугольников

Название сторон	Стороны в м	sin	Название углов	Углы	Название сторон	Стороны в м	sin	Название углов	Углы
b	20,000	0,716829	α	45° 47′ 36″	l_1	18,066	0,700653	γ	44° 28′ 50″
l_4	27,838	0,997739	1+2	93 51 12	l_3	25,679	0,995934	$\alpha+\beta$	84 49 46
l_1	18,066	0,647499	3	40 21 12	d	19,9498	0,773729	1	50 41 24
				180 00 00					180 00 00
b	20,000	0,776816	δ	50 58 12	l_2	17,612	0,629827	β	39 02 15
l_3	25,679	0,997366	3+4	85 52 00	l_4	27,838	0,995481	$\gamma+\delta$	95 26 57
l_2	17,612	0,684080	2	43 09 48	d	19,9500	0,713113	4	45 30 48
				180 00 00					180 00 00

Вычисление действительных длин сторон треугольников

$$K = \frac{d_{\text{действ}}}{d_{\text{услов}}} = 1{,}000652$$

Название сторон	Длина стороны в м	K	Длина стороны (действительная) в м
l_1	18,066	1,000652	18,078
b	20,000	1,000652	20,013
l_2	17,612	1,000652	17,623
l_4	27,838	1,000652	27,856
l_3	25 679	1,000652	25,696

Вычисление координат

Название пунктов	Дирекционные направления	Стороны S в м (горизонтальные расстояния)	Δx	Δy	X	Y	Название пунктов
C_1					+639,340	+175,414	C_1
P_1	287° 06′ 31″	18,078	+5,318	−17,278	+644,658	+158,136	P_1
C_2					+620,867	+167,846	C_2
P_1	337 47 55	25,696	+23,791	−9,710	+644,658	+158,136	P_1
C_1					+639,340	+175,414	C_1
ств$_1$	241 18 55	27,856	−13,370	−24,437	+625,970	+150,977	ств$_1$
C_2					+620,867	+167,846	C_2
ств$_1$	286 49 43	17,623	+5,102	−16,869	+625,969	+150,977	ств$_1$

Пример 13-й

Привязка к системе тройных стенных знаков

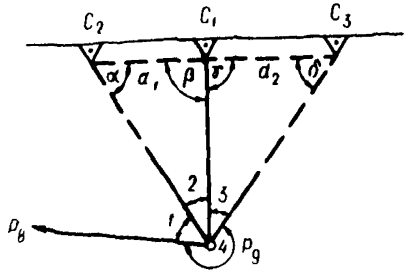


Рис. 46

Исходные данные:

$X_{C_2} = 442{,}728$ $\quad Y_{C_2} = 338{,}842$

$X_{C_1} = 437{,}366$ $\quad Y_{C_1} = 336{,}532$

$X_{C_3} = 432{,}012$ $\quad Y_{C_3} = 334{,}225$

$\alpha_{C_2-C_1} = \alpha_{C_2-C_3} = 203^\circ\ 18'\ 24''$

$d_1 = 5{,}838$ $\quad d_2 = 5{,}830$

Измерено:

$\angle 1 = 67^\circ\ 31'\ 45''$ $\quad \angle 3 = 23^\circ\ 25'\ 40''$

$\angle 2 = 23^\circ\ 34'\ 10''$ $\quad \angle 4 = 245^\circ\ 28'\ 25''$

$l_1 = 13{,}418$

$$\sin\alpha = \frac{l_1 \sin 2}{d_1}; \quad \beta = 180^\circ - (\alpha + 2); \quad C_2P_9 = \frac{d_1 \sin\beta}{\sin 2}; \quad \sin\delta = \frac{l_1 \sin 3}{d_2};$$

$$\gamma = 180^\circ - (\delta + 3); \quad C_3P_9 = \frac{d_2 \sin\gamma}{\sin 3}$$

Определяемый пункт P_9

Решение треугольников

Название сторон	Стороны в м	sin	Название углов	Углы
d_1	5,838	0,399860	2	23° 34′ 10″
l_1	13,418	0,919034	α	66 47 07
C_2P_9	14,600	0,999981	β	89 38 43
				180 00 00
d_2	5,830	0,397593	3	23 25 40
l_1	13,418	0,915078	δ	66 13 01
C_3P_9	14,663	0,999981	γ	90 21 19
				180 00 00

Вычисление координат

Название пунктов	Дирекционные направления	Стороны S в м (горизонтальные расстояния)	Δx	Δy	X	Y	Название пунктов
C_1	293° 39′ 43″	13,418	+5,385	−12,290	+437,366	+336,532	C_1
P_9					+442,751	+324,242	P_9
C_2	270 05 30	14,600	+0,023	−14,600	+442,728	+338,342	C_2
P_9					+442,751	+324,242	P_9
C_3	317 05 23	14,663	+10,740	−9,983	+432,012	+334,225	C_3
P_9					+442,752	+324,242	P_9

Пример 14-й

Привязка к стенным знакам методом обратной засечки

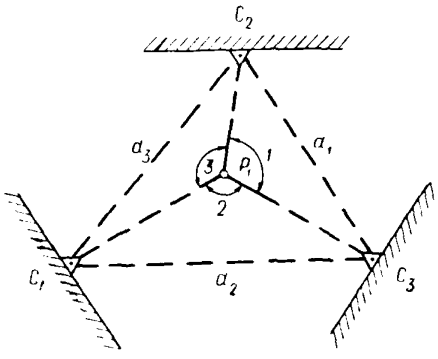


Рис. 47

Исходные данные:

$X_{C_1} = 4323{,}685$	$Y_{C_1} = 1115{,}981$
$X_{C_2} = 4347{,}815$	$Y_{C_2} = 1137{,}891$
$X_{C_3} = 4307{,}032$	$Y_{C_3} = 1162{,}881$
$d_1 = 47{,}831$	$\angle C_1 = 67^\circ 18' 35''$
$d_2 = 49{,}769$	$\angle C_2 = 73^\circ 44' 13''$
$d_3 = 32{,}593$	$\angle C_3 = 38^\circ 57' 12''$
$\alpha_{C_1-C_3} = 42^\circ 14' 18''$	

Измерено:

$\angle 1 = 111^\circ 17' 31''$
$\angle 2 = 143\ 28\ 11$
$\angle 3 = 105\ 14\ 18$

Определяемый пункт P_1

Формулы: $x_{P_1} = \dfrac{P_{C_1}x_{C_1} + P_{C_2}x_{C_2} + P_{C_3}x_{C_3}}{P_{C_1} + P_{C_2} + P_{C_3}}$; $y_{P_1} = \dfrac{P_{C_1}y_{C_1} + P_{C_2}y_{C_2} + P_{C_3}y_{C_3}}{P_{C_1} + P_{C_2} + P_{C_3}}$;

$P_{C_1} = \dfrac{1}{\operatorname{ctg} C_1 - \operatorname{ctg} 1}$; P_{C_2} $\dfrac{1}{\operatorname{ctg} C_2 - \operatorname{ctg} 2}$; $P_{C_3} = \dfrac{1}{\operatorname{ctg} C_3 - \operatorname{ctg} 3}$.

Вычисление координат

Название пунктов	Углы	ctg	Исходный ctg	−ctg измеренный +ctg исходный	P	X	Y	Название пунктов
C_1	111° 17′ 31″	−0,389722	0,418110	0,807832	1,237881	4323,685	1115,981	C_1
C_2	143 28 11	−1,349930	0,291720	1,641650	0,609144	4347,815	1137,891	C_2
C_3	105 14 18	−0,272413	1,236956	1,509369	0,662528	4307,032	1162,881	C_3
					2,509553	4325,146	1132,681	P_1

Каталог координат и высот стенных знаков

№ стенных знаков	*Адрес*	Тип знака	Класс нивелирования	Высота в Балтийской системе	Класс *или разряд*	Координаты		Дирекционные углы *T*	Стороны в *м*	На пункт
						X	*Y*			

Составил

Считал

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Верещагин К. А. Опыт применения стенных знаков. «Геодезия и картография», 1962, № 12.

Гинзбург Л. В. Городская полигонометрия со стенными центрами. «Геодезия и картография», 1959, № 7.

Даниленко Т. С. Связь с геодезическими пунктами, закрепленными на сооружениях. М., «Недра», 1969.

Даниленко Т. С. Привязка к геодезическим стенным знакам. «Геодезия и картография», 1960, № 1.

Дегтярев П. Ф. Закрепления центров геодезических пунктов двумя стенными знаками. «Геодезия и картография», 1962, № 2.

Дегтярев П. Ф. О закреплении пунктов геодезической опоры. «Промышленное строительство», 1965, № 5.

Зюзин А. С. Боковая рефракция при измерении углов на пунктах городской полигонометрии. «Геодезия и картография», 1956, № 6.

Коськов Б. И. Городская полигонометрия. М., Геодезиздат, 1962.

Коськов Б. И. Справочное руководство по съемке городов, М., «Недра», 1968.

Лебедев Н. Н. Расчет необходимой точности геодезического обоснования для крупномасштабных съемок городских и промышленных территорий. «Геодезия и картография», 1958, № 10.

Лосев К. А., Матвеев И. В. Закрепление точек городской полигонометрии парами стенных центров. «Геодезия и картография», 1956, № 4.

Лосев К. А. О закреплении пункта полигонометрии двумя стенными знаками. «Геодезия и картография», 1963, № 5.

Марченко С. Н. Настенная городская полигонометрия. Киев, АН УССР, 1950.

Марченко С. Н. Рекомендации по определению координат и эксплуатации стенных геодезических пунктов. Киев, АН УССР, 1961.

Марченко С. Н. Хронометраж привязки теодолитных ходов к стенным знакам полигонометрии. «Геодезия и картография», 1961, № 2.

Марченко С. Н. Ориентирован планово-высотный геодезический пункт. Труды Киевского Гидромелиоративного института, вып. 5. Киев, 1956.

Мулюн Ю. В. К вопросу о стенных полигонометрических знаках. «Геодезия и картография», 1962, № 8.

Соколов П. К. Обеспечение сохранности геодезических знаков. «Геодезия и картография», 1959, № 6.

Петров М. К. Стенные знаки полигонометрии. «Опыт внедрения нового в изыскательском производстве», Лениздат, 1961.

Хмелевский Ю. С. Опыт использования стенных полигонометрических знаков. «Геодезия и картография», 1963, № 6.

Хмелевский Ю. С. Вычисление углов плоского треугольника по длине его сторон. «Геодезия и картография», 1961, № 7.

Хренов Л. С. и Коськов Б. И. Создание постоянного съемного обоснования на территории городов. «Геодезия и картография», 1965, № 3.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

I. Общие положения 3
II. Рекогносцировка 4
III. Закладка стенных знаков 5
IV. Системы стенных геодезических знаков 8
1. Ориентирные системы стенных знаков 8
2. Восстановительные системы стенных знаков 20
V. Точность работ при координировании стенных знаков и привязка к ним 21

Приложения:

1. Консольные (штанговые) стенные знаки 24
2. Список мест установки стенных геодезических знаков 26
3. Кроки привязки стенных знаков 26
4. Акт о сдаче геодезических знаков на наблюдение за сохранностью 27
5. Примеры вычислений (1—14) 29
6. Каталог координат и высот стенных знаков 52

Список литературы 53

Гл. упр. геодезии и картографии
при Совете Министров СССР

Руководство по применению стенных знаков в полигонометрических и теодолитных ходах

Редактор издательства *Ф. И. Хромченко*
Технические редакторы *В. И. Калужина*
и *В. В. Романова*
Корректор *П. А. Денисова*

Сдано в набор 11/II 1972 г.
Подписано в печать 28/VI 1972 г. Т-10873.
Формат $60 \times 90^1/_{16}$. Бумага № 2.
Печ. л. 3,5. Уч.-изд. л. 3,0.
Тираж 8600 экз. Заказ 1518/4386-15.
Цена 15 коп.

Издательство «Недра». 103633,
Москва, К-12, Третьяковский проезд, д. 1/19.
Ленинградская типография № 6 Главполиграфпрома
Комитета по печати при Совете Министров СССР.
Московский проспект, 91.

gost.e-ecolog.ru