**Контрольная работа №5**

**Выполнил ст. гр. Шифр 59П388**

**Задание 1**

**Решение обратной многократной засечки.**

Привязка полигонометрического хода осуществляется измерением углов β между направлениями на исходные пункты и примычного угла β’ на конечном пункте Р хода.

По измеренным углам β на пункте Р и известным координатам X и Y исходных пунктов Т вычислить координаты XР и YР пункта Р путем уравнивания параметрическим способом результатов измерений и произвести оценку точности измеренных и вычисленных величин.

Исходные данные:

Таблица 1.

Исходные данные

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Шифр | П | 8 | 8 | 3 | 9 |
| Пункт | А | B | C | D | E |
| Направление | 0°00'08'',0 | 72°37'58'',3 | 145°09'52'',9 | 217°44'01'',4 | 289°49'04'',4 |
| Координата Х | 1601.269 | -788.687 | -2782.232 | -909.938 | 1691.459 |
| Координата Y | 1213.874 | 2539.128 | 206.206 | -2111.638 | -1282.444 |

Значения измеренных углов вычисляем по формуле:

;

где – начальное направление,

– направление с индексом i.

Вычисленные значения направлений заносим в таблицу 2.

Таблица 2.

Индивидуальные данные для решения

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Измеренные углы | | Исходные данные | | |
| № | Значения  ° ‘ “ | Названия пунктов | Координаты, м | |
| Х | Y |
|  |  | А | 1601.269 | 1213.874 |
| β1 | 72°37'50'',3 |  |  |  |
|  |  | B | -788.687 | 2539.128 |
| β2 | 145°09'44'',9 |  |  |  |
|  |  | C | -2782.232 | 206.206 |
| β3 | 217°43'53'',4 |  |  |  |
|  |  | D | -909.938 | -2111.638 |
| β4 | 289°48'56'',4 |  |  |  |
|  |  | E | 1691.459 | -1282.444 |

**1) Определение приближенных координат пункта Р**

Для решения обратной многократной засечки необходимо знать приближенные координаты пункта Р. Для облегчения решения задачи и надежного контроля приближенные координаты определяются двумя способами.

**1-й способ. Графический способ (способ Болотова).**

На листе бумаги строят координатную сетку. По известным координатам в выбранном масштабе наносят исходные пункты А, B, C, D, E. Отдельно на кальке из произвольно выбранной точки Р с помощью транспортира по известным углам прочерчивают соответствующие направления. Затем кальку накладывают на план с нанесенными исходными пунктами, добиваясь совпадения прочерченных направлений. Переколов пункт Р с кальки на бумагу. Получают графическое местоположение определяемого пункта. Прочерчивают с пункта Р направления на исходные пункты. Приближенные координаты пункта Р определяют на плане графически.

Определение координат приведено на рисунке 1.

По результатам измерений получены следующие значения координат

Х0=-121.4 Y0=+107.0

**2-й способ. Решение обратной однократной засечки.**

Обратная однократная засечка решается по координатам трех исходных пунктов и двум измеренным углам β.

Дирекционный угол начального направления

Дирекционные углы второго и третьего направлений вычисляются по формулам:

Координаты XР и YР пункта Р вычисляются дважды по формуле:

Для контроля рассчитывается дирекционный угол второго направления

Решение обратной геодезической засечки выполним в таблице 3.

Таблица 3.

Решение обратной засечки

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Определяемый пункт Р | | | | Исходные пункты т. А  т. В  т. С | | | |
| Y1 | 1213.874 | Х1 | 1601.269 | (Х2 – Х3)· tg α3 | 2815.299 | (Х1 – Х3)· tg α1 | -162.801 |
| Y2 | 2539.128 | Х2 | -788.687 | - (Y1 – Y3) | -1007.668 | - (Y1 – Y3) | -1007.668 |
| Y3 | 206.206 | Х3 | -2782.232 | А | 1807.631 | B | -1170.469 |
| Y2 - Y1 | 1325.254 | Х2 - Х1 | -2389.956 | Х- Х3 | 2660.673 | Х- Х1 | -1722.828 |
| Y3 – Y2 | -2332.922 | Х3 – Х2 | -1993.545 | Х3 | -2782.232 | Х1 | 1601.269 |
| Y1 - Y3 | 1007.668 | Х1 - Х3 | 4383.501 | Х | -121.559 | Х | -121.559 |
|  | 0 |  | 0 | (Х– Х3)· tg α3 | -98.816 | (Х– Х1)· tg α1 | -1106.484 |
| β1 | 72º37΄50,3'' | β2 | 145º.09΄44,9'' | Y3 | 206.206 | Y1 | 1213.874 |
| ctg β1 | 0.312793836 | ctg β2 | -1.436802416 | Y | 107.390 | Y | 107.390 |
| (Y2 - Y1)· ctg β1 | 414.532 | (Х2 – Х1)· ctg β1 | -747.5635061 | Контроль | | Окончательные значения | |
| (Y1 – Y3)· ctg β2 | -1447.820 | (Х1 – Х3)· ctg β1 | -6298.224826 | Y2 – Y | 2431.738 |  |  |
| Х3 – Х2 | -1993.545 | - (Y3 – Y2) | 2332.922 | Х2 - Х | -667.128 | α1 | 212º42΄38,0'' |
|  | -3026.833534 |  | -4712.866332 | tg α2 | -3.645083675 | α2 | 285º20΄28,3'' |
| tg α1 | 0.642248967 | α1 | 212º42΄38,0'' | α2 | 285º20΄28,3'' | α3 | 357º52΄22,9'' |
| * tg α2 | 0.037139598 | α2 | 285º20΄28,3'' |  |  |  |  |
| К | 0.679388565 | α3 | 357º52΄22,9'' |  |  |  |  |

**2) Вычисление приближенных дирекционных углов направлений**

Дирекционные углы α0-I и расстояния S0-I до исходных пунктов вычисляют решением обратной геодезической задачи по конечным пунктам направлений в таблице 4.

Таблица 4.

Решение обратной геодезической задачи

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Линия | *Р-А* | Р-В | Р-С | P-D | P-E |
| Начальный пункт | *Р* | *Р* | *Р* | *Р* | *Р* |
| Конечный пункт | *A* | *B* | *C* | *D* | *E* |
| 3 | ХK | 1601.269 | -788.687 | -2782.232 | -909.938 | 1691.459 |
| 1 | ХН | -121.559 | -121.559 | -121.559 | -121.559 | -121.559 |
| 5 | ХK – ХН | 1722.828 | -667.128 | -2660.673 | -788.379 | 1813.018 |
| 4 | YK | 1213.874 | 2539.128 | 206.206 | -2111.638 | -1282.444 |
| 2 | YН | 107.390 | 107.390 | 107.390 | 107.390 | 107.390 |
| 6 | YK – YН | 1106.484 | 2431.738 | 98.816 | -2219.028 | -1389.834 |
| 14 | d = (YК-YН)/sinαП-К | 2047.546 | 2521.589 | 2662.507 | 2354.915 | 2284.441 |
| 12 | sin α | 0.5403953 | 0.9643674 | 0.0371139 | -0.9422963 | -0.6083912 |
| 7 | YK – YН | 1106.484 | 2431.738 | 98.816 | -2219.028 | -1389.834 |
| 8 | ХK – ХН | 1722.828 | -667.128 | -2660.673 | -788.379 | 1813.018 |
| 13 | cos α | 0.8414113 | -0.2645665 | -0.9993110 | -0.3347802 | 0.7936373 |
| 15 | d = (XК-XН)/cosaП-К | 2047.546 | 2521.589 | 2662.507 | 2354.915 | 2284.441 |
| 9 | tg α=(YК-YН)/(XК-XН) | 0.642249 | -3.645085 | -0.037139 | 2.814672 | -0.766586 |
| 10 | Румб r = arctg α | СВ | ЮВ | ЮВ | ЮЗ | СЗ |
|  |  | 32º42΄38,0˝ | 74º39΄31,7˝ | 2º07΄37,0˝ | 70º26΄27,0˝ | 37º28΄23,8˝ |
| 11 | α | 32º42΄38,0˝ | 105º20΄28,3˝ | 177º52΄23,0˝ | 250º26΄27,0˝ | 322º31΄36,2˝ |

**3) Вычисление свободных членов уравнений поправок.**

Свободные члены вычисляют по разностям значений углов β вычисленных и измеренных:

Значения вычисляются по приближенным дирекционным углом по формуле

Вычисления выполним в таблице 5. В завершении вычисляется сумма квадратов свободных членов [ll].

Таблица 5

Вычисление свободных членов уравнений поправок

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Направление  угол | Приближенный дирекционный угол направления | Приближенный угол | Измеренный угол | Свободный член l | ll |
|  |  |  |  |  |  |
| P-A | 32º42΄38,0'' |  |  |  |  |
| β1 |  | 72º37΄50,3'' | 72º37΄50,3'' | 0.0˝ | 0 |
| P-B | 105º20΄28,3'' |  |  |  |  |
| β2 |  | 145º09΄45,0'' | 145º09΄44,9'' | 0.1˝ | 0.01 |
| P-C | 177º52΄23,0'' |  |  |  |  |
| β3 |  | 217º43΄49,0'' | 217º43΄53,4'' | -4.4˝ | 19.36 |
| P-D | 250º26΄27,0'' |  |  |  |  |
| β4 |  | 289º48΄58,3'' | 289º48΄56,4'' | 1.9˝ | 3.61 |
| P-E | 322º31΄36,2'' |  |  |  |  |
| [ll] | | | | | 22.98 |

**4) Вычисление коэффициентов уравнений поправок и нормальных уравнений**

Уравнения поправок имеют вид

Коэффициенты А и В вычисляются по формулам

Величины и вычисляются с использованием значений приближенных дирекционных углов по формулам:

Вычисление коэффициентов уравнений поправок выполним в таблице 6.

Таблица 6.

Вычисление коэффициентов уравнений поправок

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Направление | α | S, км | *(a)* | *(b)* | *a* | *b* | *A* | *B* |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| P-A | 32º42΄ | 2.05 | -11.1433 | 17.3574 | 5.436 | -8.467 |  |  |
| β1=αP-B – αP-A | | | | |  |  | 2.458 | 10.631 |
| P-B | 105º20΄ | 2.52 | -19.8923 | -5.4544 | 7.894 | 2.164 |  |  |
| β2=αP-C – αP-A | | | | |  |  | -5.147 | 16.216 |
| P-C | 177º52΄ | 2.66 | -0.7678 | -20.6122 | 0.289 | 7.749 |  |  |
| β3=αP-D – αP-A | | | | |  |  | -13.707 | 11.405 |
| P-D | 250º26΄ | 2.35 | 19.4367 | -6.9041 | -8.271 | 2.938 |  |  |
| β4=αP-E – αP-A | | | | |  |  | -10.941 | 1.288 |
| P-E | 322º31΄ | 2.28 | 12.5519 | 16.3678 | -5.505 | -7.179 |  |  |

Вычисление коэффициентов нормальных уравнений выполним в таблице 7.

Таблица 7.

Вычисление коэффициентов нормальных уравнений

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| А | В | l | s | AA | AB | Al | As | BB | Bl | Bs |
| 2.458 | 10.631 | 0 | 13.089 | 6.042 | 26.131 | 0.000 | 32.173 | 113.018 | 0.000 | 139.149 |
| -5.147 | 16.216 | 0.1 | 11.169 | 26.492 | -83.464 | -0.515 | -57.487 | 262.959 | 1.622 | 181.117 |
| -13.71 | 11.405 | -4.4 | -6.702 | 187.882 | -156.328 | 60.311 | 91.864 | 130.074 | -50.182 | -76.436 |
| -10.94 | 1.288 | 1.9 | -7.753 | 119.705 | -14.092 | -20.788 | 84.826 | 1.659 | 2.447 | -9.986 |
| -27.337 | 39.54 | -2.4 | 9.803 | 340.121 | -227.753 | 39.008 | 151.376 | 507.710 | -46.113 | 233.844 |

Контроль

**5) Составление и решение нормальных уравнений.**

Нормальные уравнения составляют по формулам:

Решение нормальных уравнений выполним матричным способом

**6) Вычисления уравненных (окончательных) значений координат**

В результате решения уравнений поправки и получены в дециметрах, поэтому формулы для вычисления координат пункта Р примут вид:

.

Уравненные значения координаты пункта Р

м

м

**7) Вычисление поправок в измеренные углы**

Поправки в измеренные углы вычисляют по формуле:

Вычисление поправок в углы и исправленных значений углов выполним в таблице 8.

Таблица 8.

Уравненные значения углов

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| А | B | l | Измеренный угол | Поправка | Исправленный угол | VV |
| 2.458 | 10.631 | 0 | 72º37΄50,3'' | -0.4 | 72º37΄49,9'' | 0.16 |
| -5.147 | 16.216 | 0.1 | 145º09΄44,9'' | -1.2 | 145º09΄43,7'' | 1.44 |
| -13.707 | 11.405 | -4.4 | 217º43΄53,4'' | -6.1 | 217º43΄47,3'' | 37.21 |
| -10.941 | 1.288 | 1.9 | 289º48΄56,4'' | 1 | 289º48΄57,4'' | 1 |
| [vv] | | | | | | 39.81 |

**Вычисление уравненных дирекционных углов направлений**

Вычисления выполняют путем решения обратной геодезической задачи с использованием окончательных значений координат.

Таблица 9.

Вычисление уравненных направлений.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Линия | *Р-А* | Р-В | Р-С | P-D | P-E |
| Начальный пункт | *Р* | *Р* | *Р* | *Р* | *Р* |
| Конечный пункт | *A* | *B* | *C* | *D* | *E* |
| 3 | ХK | 1601.269 | -788.687 | -2782.232 | -909.938 | 1691.459 |
| 1 | ХН | -121.551 | -121.551 | -121.551 | -121.551 | -121.551 |
| 5 | ХK – ХН | 1722.820 | -667.136 | -2660.681 | -788.387 | 1813.010 |
| 4 | YK | 1213.874 | 2539.128 | 206.206 | -2111.638 | -1282.444 |
| 2 | YН | 107.384 | 107.384 | 107.384 | 107.384 | 107.384 |
| 6 | YK – YН | 1106.490 | 2431.744 | 98.822 | -2219.022 | -1389.828 |
| 14 | d = (YК-YН)/sinαП-К | 2047.542 | 2521.597 | 2662.516 | 2354.912 | 2284.431 |
| 12 | sin α | 0.5403991 | 0.9643668 | 0.0371160 | -0.9422949 | -0.6083912 |
| 7 | YK – YН | 1106.490 | 2431.744 | 98.822 | -2219.022 | -1389.828 |
| 8 | ХK – ХН | 1722.820 | -667.136 | -2660.681 | -788.387 | 1813.010 |
| 13 | cos α | 0.8414088 | -0.2645689 | -0.9993110 | -0.3347840 | 0.7936373 |
| 15 | d = (XК-XН)/cosaП-К | 2047.542 | 2521.597 | 2662.516 | 2354.912 | 2284.431 |
| 9 | tg α=(YК-YН)/(XК-XН) | 0.642255 | -3.645050 | -0.037142 | 2.814635 | -0.766586 |
| 10 | Румб r = arctg α | СВ | ЮВ | ЮВ | ЮЗ | СЗ |
|  |  | 32º42΄38.9˝ | 74º39΄31.2˝ | 2º07΄37.5˝ | 70º26΄26.1˝ | 37º28΄23.8˝ |
| 11 | α | 32º42΄38.9˝ | 105º20΄28.8˝ | 177º52΄22.5˝ | 250º26΄26.1˝ | 322º.31΄36.2˝ |

Заключительным контролем решения обратной многократной засечки с использованием параметрического способа уравнивания является сходимость исправленных значений углов, со значениями углов полученных из разностей дирекционных углов направлений.

Таблица 10.

Контроль угловых измерений

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Направление  угол | Уравненный дирекционный угол направления | Уравненный угол | Исправленный угол | Погрешность |
|  |  |  |  |  |
| P-A | 32º42΄38,9'' |  |  |  |
| β1 |  | 72º37΄49,9'' | 72º37΄49,9'' | 0.0˝ |
| P-B | 105º20΄28,8'' |  |  |  |
| β2 |  | 145º09΄43,6'' | 145º09΄43,7'' | -0.1˝ |
| P-C | 177º52΄22,5'' |  |  |  |
| β3 |  | 217º43΄47,2'' | 217º43΄47,3'' | -0.1˝ |
| P-D | 250º26΄26,1'' |  |  |  |
| β4 |  | 289º48΄57,3'' | 289º48΄57,4'' | -0.1˝ |
| P-E | 322º31΄36,2'' |  |  |  |

Расхождение углов не превышают 0,3”, соответственно решение обратной многократной засечки выполнено верно.

**Оценка точности полевых измерений и вычисленных координат**

Среднюю квадратическую погрешность измеренных углов вычисляют по формуле:

где – сумма квадратов поправок в измеренные углы, полученные по результатам уравнивания и рассчитанные в таблице 8;

n – число измеренных углов.

Среднюю квадратическую погрешность абсциссы mX и mY вычисляем по формулам:

Средняя квадратическая погрешность определения положения пункта

**Задание 2**

**Уравнивание одиночного полигонометрического хода.**

По измеренным углам β и сторонам S известным координатам исходных пунктов Т1 и Т2 и известным дирекционным углам исходных направлений вычислить координаты пунктов хода с применением уравнивания коррелатным способом результатов измерений и произвести оценку точности измеренных и вычисленных величин.

Вычисление поправок

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Шифр | 192°14’23.4” | 1416.382 | 178°37’12.5” | 1269.481 | 174°41’05.3” | 1091.488 |
| 5 | +0.7 | -3 | +0.1 | -1 | +0.1 | 2 |
| 9 | -0.3 | -7 | -0.3 | 3 | 0.3 | -2 |
| П | +0.1 | -2 | -0.7 | 0 | +0.1 | -1 |
| 3 | -0.6 | -3 | 1.0 | 4 | -0.1 | 0 |
| 8 | -0.2 | -7 | 0.2 | 3 | -0.7 | 10 |
| 8 | -0.2 | -7 | 0.2 | 3 | -0.7 | 10 |
|  | -0.5” | -29 | 0.5” | 12 | -1.0” | 19 |
|  | 192°14’22.9” | 1416.353 | 178°37’12.0” | 1269.493 | 174°41’04.3” | 1091.507 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Шифр | 171°15’50.1” | 1243.501 | 154°14’59.6” | 1189.688 | 208°56’28.7” |
| 5 | 0.5 | 0 | -0.4 | -1 | -0.1 |
| 9 | 0.1 | 4 | 0.1 | -1 | 0.4 |
| П | +0.3 | -2 | 0.4 | 4 | -0.3 |
| 3 | -0.6 | -3 | 0.1 | -1 | 0.9 |
| 8 | 0.1 | 7 | 0.0 | 3 | 0.0 |
| 8 | 0.1 | 7 | 0.0 | 3 | 0.0 |
|  | 0.5” | 13 | 0.2” | 7 | 0.9” |
|  | 171°15’50.6” | 1243.514 | 154°14’59.8” | 1189.695 | 208°56’29.6” |

Таблица 11.

Индивидуальные данные для решения задачи

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Пункт | Измеренные величины | | | | Исходные данные | | | | |
| Горизонтальные углы | | Длины сторон | | Дирекционные углы | | Координаты | | |
| Обозн. | Значения | Обозн. | Значения | Обозн. | Значения | Обозн. | Х | Y |
| C |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | αнач | 28º59΄05.0'' |  |  |  |
| A | β1 | 192º14΄22.9'' |  |  |  |  | нач | 59.388 | 388.059 |
|  |  |  | l1 | 1416.353 |  |  |  |  |  |
| 1 | β2 | 178º37΄12.0'' |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | l2 | 1269.493 |  |  |  |  |  |
| 2 | β3 | 174º41΄04.3'' |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | l3 | 1091.507 |  |  |  |  |  |
| 3 | β4 | 171º15΄50.6'' |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | l4 | 1243.514 |  |  |  |  |  |
| 4 | β5 | 154º14΄59.8'' |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  | l5 | 1189.695 |  |  |  |  |  |
| B | β6 | 208º56΄29.6'' |  |  |  |  | кон | 5307.880 | 3295.520 |
|  |  |  |  |  | αкон | 28º59΄05.0'' |  |  |  |
| Д |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**1) Предварительные вычисления**

По измеренным значениям углов и расстояний вычисляют предварительные значения координат Х’ и Y’ пунктов хода и производят оценку качества измерений по невязкам хода (Таблица 12).

Таблица 12.

Вычисление предварительных координат пунктов

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер точки | Измеренный угол | Дирекционный угол | Расстояние | ΔХ | ΔY | X | Y | Номер точки |
| C |  |  |  |  |  |  |  | C |
|  |  | 28º59΄05.0'' |  |  |  |  |  |  |
| A | 192º14΄22.9'' |  |  |  |  | **59.388** | **388.059** | A |
|  |  | 16º44΄42.1'' | 1416.353 | 1356.294 | 408.070 |  |  |  |
| 1 | 178º37΄12.0'' |  |  |  |  | **1 415.682** | **796.129** | 1 |
|  |  | 18º07΄30.1'' | 1269.493 | 1206.501 | 394.929 |  |  |  |
| 2 | 174º41΄04.3'' |  |  |  |  | **2 622.183** | **1 191.058** | 2 |
|  |  | 23º26΄25.8'' | 1091.507 | 1001.429 | 434.198 |  |  |  |
| 3 | 171º15΄50.6'' |  |  |  |  | **3 623.612** | **1 625.255** | 3 |
|  |  | 32º10΄35.2'' | 1243.514 | 1052.525 | 662.206 |  |  |  |
| 4 | 154º14΄59.8'' |  |  |  |  | **4 676.137** | **2 287.462** | 4 |
|  |  | 57º55΄35.4'' | 1189.695 | 631.736 | 1008.109 |  |  |  |
| B | 208º56΄29.6'' |  |  |  |  | **5 307.874** | **3 295.571** | B |
|  |  | 28º59΄05.8'' |  |  |  |  |  |  |
| Д |  |  | 6210.562 |  |  |  |  | Д |
|  |  | 28º59΄05.0'' |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  | **5 307.880** | **3 295.520** |  |
|  | =9.7'' | =0.8'' |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  | **-0.006** | **0.051** |  |

=0.051

**2) Вычисление коэффициентов условных уравнений поправок**

Принимаем среднюю квадратическую погрешность угловых измерений в качестве единицы веса P=1

Обратные веса вычисляются по формулам

=1

Уравнения поправок имеют вид

1-е уравнение

2-е уравнение

3-е уравнение

где

разности координат между конечным и i-м пунктом выраженные в километрах;

выражение

учитывая, что разности координат будут выражены в километрах, то и коэффициент принимаем равным 0,485.

Вычисления коэффициентов выполним в таблице 13

Таблица 13.

Вычисление коэффициентов условных уравнений.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование поправок | q | a1 | a2 | a3 | S’ | FX] | FY] | S] | Значения поправок | [p·V·V] |
| νβ1 | 1 | 1 | -2.545515 | 1.410143 | -0.135372 | -1.728649 | 0.600040 | -1.263981 | 0.7824 | 0.612146 |
| νβ2 | 1 | 1 | -1.887713 | 1.212229 | 0.324517 | -1.070846 | 0.402126 | -0.344203 | 0.6983 | 0.487639 |
| νβ3 | 1 | 1 | -1.302560 | 1.020689 | 0.718129 | -0.485693 | 0.210586 | 0.443022 | 0.6350 | 0.403216 |
| νβ4 | 1 | 1 | -0.816867 | 0.810103 | 0.993236 | 0 | 0 | 0.993236 | 0.4098 | 0.167975 |
| νβ5 | 1 | 1 | -0.306392 | 0.488933 | 1.182541 | 0 | 0 | 1.182541 | -0.1607 | 0.025827 |
| νβ6 | 1 | 1 | 0.000000 | 0.000000 | 1.000000 | 0 | 0 | 1.000000 | -1.4937 | 2.231181 |
| νS1 | 0.72 | 0 | 0.689469 | 0.207441 | 0.896911 | 0.689469 | 0.2074415 | 1.793822 | -1.9237 | 0.005140 |
| νS2 | 0.72 | 0 | 0.684274 | 0.223986 | 0.908260 | 0.684274 | 0.223986 | 1.816519 | -1.4242 | 0.002817 |
| νS3 | 0.72 | 0 | 0.660581 | 0.286413 | 0.946995 | 0.660581 | 0.286413 | 1.893989 | -1.6097 | 0.003599 |
| νS4 | 0.72 | 0 | 0.609417 | 0.383420 | 0.992837 | 0 | 0 | 0.992837 | -1.8836 | 0.004928 |
| νS5 | 0.72 | 0 | 0.382325 | 0.610105 | 0.992430 | 0 | 0 | 0.992430 | 1.0880 | 0.001644 |
| ∑ |  | 6 | -3.832981 | 6.653463 | 8.820482 | -1.250864 | 1.930593 | 9.500212 |  |  |
| W |  | 0.8 | -0.6 | 5.1 | 5.3 |  |  |  |  |  |
| K |  | -1.4937 | 0.98659575 | 3.34461026 |  |  |  |  | [pvv]= | |  | | --- | | 3.946 | |

В данной таблице строчка К со значениями коррелат К1, К2, К3 заполняется после решения нормальных уравнений.

Столбик значения поправок вычисляется после вычисления коррелат по формуле:

Для оценки точности положения пункта, расположенного в слабом месте хода составляют весовые функции Fx и FY, которые будут иметь вид:

Для контроля производится вычисление сумм s’ и S

Контроль

[S’]=[a1]+[a2]+[a3]=6 -3.832981+6.653463=8.820482

[S]=[a1]+[a2]+[a3]+[]+[]= 6 -3.832981+6.653463-1.250864+1. 930593=9.500212

Для последующей оценки точности вычисляются квадраты поправок в измеренные величины, и выполняется их суммирование [p·v·v].

**3) Составление и решение нормальных уравнений коррелат.**

Нормальные уравнения коррелат будут иметь вид:

Вычисление коэффициентов нормальных уравнений коррелат выполним в таблице 14.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| q | a1 | a2 | a3 | q·a1a1 | q·a1a2 | q·a1a3 | q·a2a1 | q·a2a2 | q·a2a3 | q·a3a1 | q·a3a2 | q·a3a3 |
| 1 | 1 | -2.54552 | 1.410143 | 1 | -2.54552 | 1.410143 | -2.54552 | 6.479649 | -3.58954 | 1.410143 | -3.58954 | 1.988504 |
| 1 | 1 | -1.88771 | 1.212229 | 1 | -1.88771 | 1.212229 | -1.88771 | 3.563459 | -2.28834 | 1.212229 | -2.28834 | 1.4695 |
| 1 | 1 | -1.30256 | 1.020689 | 1 | -1.30256 | 1.020689 | -1.30256 | 1.696662 | -1.32951 | 1.020689 | -1.32951 | 1.041806 |
| 1 | 1 | -0.81687 | 0.810103 | 1 | -0.81687 | 0.810103 | -0.81687 | 0.667271 | -0.66175 | 0.810103 | -0.66175 | 0.656267 |
| 1 | 1 | -0.30639 | 0.488933 | 1 | -0.30639 | 0.488933 | -0.30639 | 0.093876 | -0.14981 | 0.488933 | -0.14981 | 0.239055 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0.72 | 0 | 0.689469 | 0.207441 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.342265 | 0.102978 | 0 | 0.102978 | 0.030983 |
| 0.72 | 0 | 0.684274 | 0.223986 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.337126 | 0.110353 | 0 | 0.110353 | 0.036122 |
| 0.72 | 0 | 0.660581 | 0.286413 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.314184 | 0.136224 | 0 | 0.136224 | 0.059064 |
| 0.72 | 0 | 0.609417 | 0.38342 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.2674 | 0.168237 | 0 | 0.168237 | 0.105848 |
| 0.72 | 0 | 0.382325 | 0.610105 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.105244 | 0.167946 | 0 | 0.167946 | 0.268004 |
| ∑ | | | | 6 | -6.85905 | 4.942097 | -6.85905 | 13.86714 | -7.3332 | 4.942097 | -7.3332 | 5.895152 |

Таким образом, получим:

Решение нормальных уравнений выполним матричным способом

Переносим значения вычисленных коррелат в таблицу 13, и выполняем вычисление поправок в измеренные величины.

**4) Вычисление окончательных значений координат пунктов**

Вычисление окончательных значений координат пунктов выполняют в ведомости координат (таблица 15), при этом в измеренные значения вводят поправки, полученные в результате решения нормальных уравнений и вычисления поправок (таблица 13).

Таблица 15.

Вычисление окончательных значений координат пунктов

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер точки | Измеренный угол | Исправленный угол | Дирекционный угол | Расстояние | ΔХ | ΔY | X | Y | Номер точки |
| C |  |  |  |  |  |  |  |  | C |
|  | 0.8'' |  | 28º59΄05.0'' |  |  |  |  |  |  |
| A | 192º14΄22.9'' | 192º14΄23.7'' |  | 0.0190 |  |  | **59.388** | **388.059** | A |
|  | 0.7'' |  | 16º44΄41.3'' | 1416.353 | 1356.314 | 408.070 |  |  |  |
| 1 | 178º37΄12.0'' | 178º37΄12.7'' |  | -0.0142 |  |  | **1 415.702** | **796.129** | 1 |
|  | 0.6'' |  | 18º07΄28.6'' | 1269.493 | 1206.490 | 394.915 |  |  |  |
| 2 | 174º41΄04.3'' | 174º41΄04.9'' |  | -0.0161 |  |  | **2 622.192** | **1 191.044** | 2 |
|  | 0.4'' |  | 23º26΄23.7'' | 1091.507 | 1001.419 | 434.181 |  |  |  |
| 3 | 171º15΄50.6'' | 171º15΄51.0'' |  | -0.0188 |  |  | **3 623.611** | **1 625.225** | 3 |
|  | -0.2'' |  | 32º10΄32.7'' | 1243.514 | 1052.517 | 662.184 |  |  |  |
| 4 | 154º14΄59.8'' | 154º14΄59.6'' |  | 0.0109 |  |  | **4 676.128** | **2 287.409** | 4 |
|  | -1.5'' |  | 57º55΄33.1'' | 1189.695 | 631.752 | 1008.111 |  |  |  |
| B | 208º56΄29.6'' | 208º56΄28.1'' |  |  |  |  | **5 307.880** | **3 295.520** | B |
|  |  |  | 28º59΄05.0'' |  |  |  |  |  |  |
| Д |  |  |  | 6210.562 |  |  |  |  | Д |
|  |  |  | 28º59΄05.0'' |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  | **5307.880** | **3295.520** |  |
|  |  |  | 0.0'' |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Оценка точности измеренных и вычисленных величин**

Среднюю квадратическую погрешность измерения углов выполняют по формуле:

Среднюю квадратическую погрешность абсциссы mX и mY вычисляем по формулам:

*=0,023 м*

Средняя квадратическая погрешность определения положения пункта в наиболее слабом месте: