**Контрольная работа №3**

**Выполнил ст. гр. Шифр 59П-388**

**Задание 1**

**Обработка журнала нивелирования IV класса.**

В задании приведены отсчеты по рейкам на станциях нивелирования. Требуется внести приведенные отсчеты в соответствующие места журнала нивелирования IV класса и выполнить для каждой станции все вычисления, включая постраничный и посекционный контроли. Разность между отсчетами по черной и красной сторонам рейки для рейки №1 равна 4800, для №2 – 4700. При вычислениях следует принять во внимание, что разность высот нулей шкал пары реек равна 100 мм. Коэффициент дальномера 100. Измерения разделить на две страницы журнала: станции 1 – 4 и 5-7. Для каждой страницы выполнить постраничные вычисления, а также посекционный контроль для двух страниц.

По инструкции [4] к нивелированию IV класса предъявляют следующие требования:

1. Нормальная длина луча визирования 100 метров.

2. Неравенство плеч (разность расстояний от нивелира до реек) на станции не должно превышать 5 метров, а накопление их по секции не более 10 метров. В дальномерных единицах, при коэффициенте дальномера 100, эти величины соответственно 25 и 50 д.е.

3. Высота луча визирования над подстилающей поверхностью не менее 0,2 метра, т.е. отсчет по средней нити должен быть не менее 200 мм.

4. Предельная величина невязки по ходу, проложенному между двумя исходными пунктами, не должна превышать fh (пред) =20 мм , мм

где L – длина хода в километрах.

Таблица 1.

**Фрагмент журнала нивелирования IV класса**

Ход от Rp2032 до Rp 3

Начало 10 00 конец 10 45

Погода: ясно без ветра.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер штатива | Дальномерные расстояния | Отсчеты по рейкам | | Превышения | Среднее превышение |
| Задняя | Передняя |
| 1 | 43 | 407 | 2198 |  |  |
| 53 | 364 | 2145 | -1781 |  |
| 1-2 | -10  -10 | 5165 | 6846 | -1681 | -1781 |
| 4801 | 4701 | -100 |  |
| 2 | 65 | 777 | 2730 |  |  |
| 68 | 712 | 2662 | -1950 |  |
| 2-1 | -3  -13 | 5413 | 7463 | -2050 | -1950 |
| 4701 | 4801 | 100 |  |
| 3 | 189 | 1103 | 2620 |  |  |
| 193 | 914 | 2427 | -1513 |  |
| 1-2 | -4  -17 | 5713 | 7128 | -1415 | -1514 |
| 4799 | 4701 | -98 |  |
| 4 | 177 | 1702 | 1798 |  |  |
| 164 | 1525 | 1634 | -109 |  |
| 2-1 | -13  -4 | 6225 | 6434 | -209 | -109 |
| 4700 | 4800 | 100 |  |
| Постраничные вычисления | 952 | 26031 | 36739 | -10708 | -5354 |
|  | 36739 |  | -5354 |  |
|  | -10708 |  |  |  |

Продолжение таблицы 1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер штатива | Дальномерные расстояния | Отсчеты по рейкам | | Превышения | Среднее превышение |
| Задняя | Передняя |
| 5 | 325 | 653 | 2803 |  |  |
| 339 | 328 | 2464 | -2136 |  |
| 1-2 | -14  -18 | 5128 | 7166 | -2038 | -2137 |
| 4800 | 4702 | -98 |  |
| 6 | 175 | 446 | 2919 |  |  |
| 169 | 271 | 2750 | -2479 |  |
| 1-2 | 6  -12 | 4971 | 7548 | -2577 | -2478 |
| 4700 | 4798 | 98 |  |
| 7 | 134 | 432 | 2678 |  |  |
| 126 | 298 | 2552 | -2254 |  |
| 1-2 | 8  -4 | 5098 | 7252 | -2154 | -2254 |
| 4800 | 4700 | -100 |  |
| Постраничные вычисления | 1268 | 16094 | 29732 | -13638 | -6869 |
|  | -29732 |  | -6869 |  |
|  | -13638 |  |  |  |
| Посекционные вычисления | 2220 | 42125 | 66471 | -24346 | -12223 |
|  | -66471 |  | -12223 |  |
| 444 | -24346 |  |  |  |

**Задание 2**

**Обработка журнала нивелирования III класса.**

В задании приведены отсчеты по рейкам на станциях нивелирования. Требуется внести приведенные отсчеты в соответствующие места журнала нивелирования III класса и выполнить для каждой станции все вычисления, включая постраничный и посекционный контроли. Разность между отсчетами по черной и красной сторонам рейки для рейки №1 равна 4566, для №2 – 4683. При расчетах принять разность высот нулей пары реек 117 мм, коэффициент дальномера 100. Для каждой страницы выполнить постраничные вычисления, а также посекционный контроль для двух страниц.

К нивелированию III класса предъявляют следующие требования:

1. Нормальная длина луча визирования 75 метров.

2. Неравенство плеч (разность расстояний от нивелира до реек) на станции не должно превышать 2 метра, а накопление их по секции не более 5 метров. В дальномерных единицах, при коэффициенте дальномера 100, эти величины соответственно 10 и 25 д.е.

3. Высота луча визирования над подстилающей поверхностью не менее 0,3 метра, т.е. отсчет по средней нити должен быть не менее 300 мм.

4. Расхождение между превышениями по секции между прямым и обратным ходом допускается не более fh (пред) =10 мм , мм

5. Предельная величина невязки по ходу, проложенному между двумя исходными пунктами также не должна превышать

fh (пред) =10 мм , мм , где L – длина хода в километрах.

Таблица 2.

**Фрагмент журнала нивелирования III класса**

Ход от Rp46 до Rp 5731. Начало 11 00 конец 11 30 Погода: ясно без ветра. Изображение стойкое, d=117 мм.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер штатива | Наблюдения по дальномерным нитям | | Контрольные превышения | Наблюдения по средней нити | | | Среднее превышение |
| Задняя | Передняя | Задняя | Передняя | Превышения |
|  | 1483 | 2250 | -767 | 1233 | 2000 | -767 |  |
| 1 | 984 | 1750 | -766 | 5917 | 6566 | -649 | -766,5 |
| 1-2 | 499 | 500 | -1  -1 | 4684 | 4566 | -118 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  | 1824 | 1531 | 293 | 1573 | 1281 | 292 |  |
| 2 | 1324 | 1031 | 293 | 6139 | 5965 | 174 | 291,5 |
| 1-2 | 500 | 500 | 0  -1 | 4566 | 4684 | 118 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  | 1904 | 901 | 1003 | 1653 | 651 | 1002 |  |
| 3 | 1403 | 401 | 1102 | 6335 | 5217 | 1118 | 1001,5 |
| 1-2 | 501 | 500 | 1  0 | 4682 | 4566 | -116 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  | 1734 | 1201 | 533 | 1483 | 951 | 532 |  |
| 4 | 1233 | 701 | 532 | 6048 | 5635 | 413 | 531 |
| 1-2 | 501 | 500 | 1  1 | 4565 | 4684 | 119 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Постраничные вычисления | 2001 | 2000 | 2123 | 30381 | 28266 | 2115 | 1057,5 |
|  | 400,1 | 1061,5 | 28266 |  | 1057,5 |  |
|  |  |  | 2115 |  |  |  |

Продолжение таблицы 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер штатива | Наблюдения по дальномерным нитям | | Контрольные превышения | Наблюдения по средней нити | | | Среднее превышение |
| Задняя | Передняя | Задняя | Передняя | Превышения |
|  | 859 | 2368 | -1509 | 610 | 2116 | -1506 |  |
| 5 | 359 | 1867 | -1508 | 5293 | 6681 | -1388 | -1505,5 |
| 1-2 | 500 | 501 | -1  0 | 4683 | 4565 | -118 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  | 1902 | 779 | 1123 | 1650 | 529 | 1121 |  |
| 6 | 1398 | 279 | 1119 | 6216 | 5210 | 1006 | 1122 |
| 1-2 | 504 | 500 | 4  4 | 4566 | 4681 | 115 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  | 2234 | 1960 | 274 | 1929 | 1645 | 284 |  |
| 7 | 1623 | 1331 | 292 | 6612 | 6210 | 402 | 284,5 |
| 1-2 | 611 | 629 | -18  -14 | 4683 | 4565 | -118 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Постраничные вычисления | 1615 | 1630 | -209 | 22310 | 22391 | -81 | -99 |
|  | 324,5 | -104,5 | 22391 |  | -99 |  |
|  |  |  | -81 |  |  |  |
| Посекционные вычисления | 3616 | 3630 | 1914 | 52691 | 50657 | 2034 | 958,5 |
|  | 724,6 | 957 | 50657 |  | 958,5 |  |
|  |  |  | 2034 |  |  |  |

**Задание 3**

**Уравнивание одиночного нивелирного хода**

Произвести уравнивание превышений и вычисление отметок реперов хода нивелирования III класса, проложенного между марками № 46 и №3. Пользуясь разностями в значениях прямого и обратного превышений по секциям хода, вычислить среднюю квадратическую ошибку среднего превышения по ходу длиной в 1 км и средние квадратические ошибки уравненных отметок реперов.

Исходные данные

Согласно шифру: k=59 j=5+9+3+8+8=33

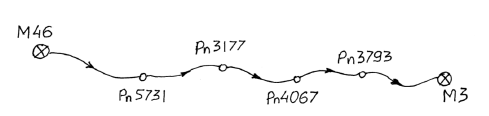


Рисунок 1. Схема хода.

Таблица 3.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Названия марок и реперов | Высоты исходных марок  / превышения (м) | | Длины секций в км. |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | М46 | 151,635 | |  |
|  |  | 3,617-0,033=3,584 | -3,627+0,033=-3,594 | 3,1+3,3=6,4 |
| 2 | Rp5731 |  |  |  |
|  |  | 5,169-0,033=5,136 | -5,178+0,033=-5,145 | 4,2+5,9=10,1 |
| 3 | Rp 3177 |  |  |  |
|  |  | -5,343+0,033=-5,31 | 5,349-0,033=5,316 | 3,9+3,3=7,2 |
| 4 | Rp 4067 |  |  |  |
|  |  | 9,659-0,059=9,6 | -9,663+0,059=-9,604 | 5,2+5,9=11,1 |
| 5 | Rp 3793 |  |  |  |
|  |  | -8,246+0,059=-8,187 | 8,265-0,059=8,206 | 5,9+3,3=9,2 |
| 6 | М3 | 156,500 | |  |

**Оценка качества нивелирования**

Оценка качества нивелирования производится по разностям d между ходами прямо и обратно, путем сравнения этих разностей с допустимыми.

fh (доп) =10 мм , мм , где L – длина хода в километрах.

Эти действия выполняются в графах 7 и 8 таблицы 4.

Полученные разности контролируются суммированием величин записанных в графах 4, 5 и 7

В данном случае, , , .

Контроль выполняется

**Уравнивание превышений и вычисление отметок промежуточных реперов.**

В графе 6 вычисляют средние из абсолютных значений прямого и обратного превышений. У полученных превышений оставляют знак прямого превышения. Вычисление средних превышений контролируют формулой:

В данном случае =31,817 , =31,865

Невязки нивелирного хода вычисляют по формуле:

где Σ h ср - сумма средних значений прямых и обратных превышений по всему ходу;

Н К , Н Н , - отметки исходных начального и конечного реперов.

Σhср=4,822 м

HK – HН =156,500-151,635=4,865 м

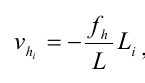
fh= 4,822-4,865=-0,043=-43 мм

Предельная невязка по ходу не должна превышать величины:

fh (доп) =10 мм , мм

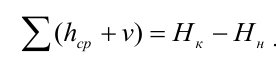
fh пред= 10·

Если невязка по ходу не превышает предельного значения, то переходят к вычислению поправок в измеренные превышения по каждой секции, по формуле:



и записываются в графу 11.

В графе 12 вычисляют исправленные превышения с контролем по формуле:



Затем вычисляют, в графе 13, высоты промежуточных реперов.



где Н i – высота предыдущей точки (марки или репера);

Н i+1 – высота последующей точки.

Таблица 4. Уравнивание одиночного нивелирного хода.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № секций хода | № марок и реперов | Длины секций хода | Превышения | | | Расхождение | | d2 | d2/L | Поправка, V | Исправленное превышение | Высоты реперов | Вес отметок | СКО MH | mMH |
| Прямой ход | Обратный ход | Среднее | Полученное | Допустимое |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|  | М46 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 151,635 |  |  |  |
| 1 |  | 6,4 | 3,584 | -3,594 | 3,589 | -10 | 25 | 100 | 15,6 | 6 | 3,595 |  |  |  |  |
|  | Rp5731 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 155,230 | 0,18 | 4,3 | 1,37 |
| 2 |  | 10,1 | 5,136 | -5,145 | 5,141 | -9 | 32 | 81 | 8,0 | 10 | 5,151 |  |  |  |  |
|  | Rp 3177 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 160,381 | 0,1 | 5,8 | 1,84 |
| 3 |  | 7,2 | -5,310 | 5,316 | -5,313 | 6 | 27 | 36 | 5,0 | 7 | -5,306 |  |  |  |  |
|  | Rp 4067 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 155,075 | 0,09 | 6,1 | 1,94 |
| 4 |  | 11,1 | 9,600 | -9,604 | 9,602 | -4 | 33 | 16 | 1,4 | 11 | 9,613 |  |  |  |  |
|  | Rp 3793 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 164,688 | 0,14 | 4,9 | 1,55 |
| 5 |  | 9,2 | -8,187 | 8,206 | -8,197 | 19 | 30 | 361 | 39,2 | 9 | -8,188 |  |  |  |  |
|  | М3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 156,500 |  |  |  |
|  | | 44,0 | 4,823 | -4,821 | 4,822 | 2 |  | 594 | 69,3 |  |  | 4,865 |  |  |  |
|  |  |  |  | 0.002 | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

HK – HН =156,500-151,635=4,865 м. мм.

Σhср=4,822 м. мм.

fh= -0,043=-43 мм. мм

fh пред= 10·.

**Оценка точности полевых измерений.**

Оценку точности полевых измерений производят по разностям двойных измерений di. Среднюю квадратическую ошибку среднего превышения по ходу длиной в 1 км вычисляют дважды, соответственно по основной и контрольной формулам:

мм

мм

Величины и вычисляют в графах 9 и 10, причем d берут в мм, а L в километрах

Для суждения о надежности проведенной оценки точности вычисляют среднюю квадратическую ошибку самой ошибки

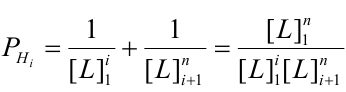
мм

**Оценка точности уравненных значений.**

Оценка точности состоит в вычислении средних квадратических ошибок отметок промежуточных реперов в ходе, которые находят по формуле:

В этой формуле - вес отметки репера, средняя квадратическая ошибка которого вычисляется.

Для вычисления служит формула



Здесь -- длина всего хода;

- длина хода от начальной марки до репера с номером i;

- длина хода от конечной марки до репера с номером i.

Веса отметок записываются в графу 14, а средние квадратические ошибки в графу 15. В графе 16 вычисляют средние квадратические ошибки самих ошибок отметок реперов

**Задание 4**

**Уравнивание нивелирной сети с четырьмя узловыми точками**

**способом последовательных приближений.**

Произвести уравнивание превышений и вычисление отметок нивелирной сети с четырьмя узловыми точками способом последовательных приближений.

По поправкам к измеренным превышениям вычислить среднеквадратическую ошибку превышения, вес которого принят за единицу и по приближенным формулам – веса и среднеквадратические ошибки уравненных отметок узловых реперов. Конфигурация сети определяется по последней цифре шифра студента 8. (Схема №4)

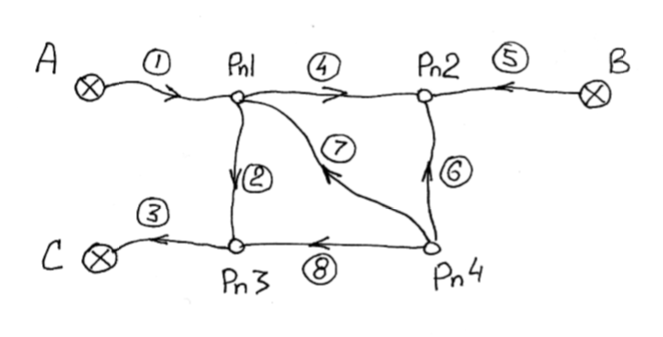
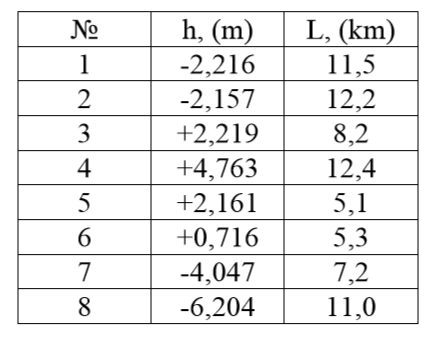


Рисунок 2. Конфигурация нивелирной сети

Таблица 5.

Исходные данные



Отметки исходных точек HA=188.452 м

HВ=188.838 м

HС=186.298 м

Решение

Выполняем вычисление исходных данных согласно номеру варианта для заданной конфигурации нивелирной сети.

Таблица 6.

Вычисление индивидуальных данных согласно варианту

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Исходные превышения | | Шифр | Превышение, hi  hИСХ+0,001∙i | Исходный ход LИСХ, км | Индивидуальная длина хода, Li  L= LИСХ+0,1∙ i |
| 1 | -2,216 | 5 | -2,211 | 11,5 | 12 |
| 2 | -2,157 | 9 | -2,148 | 12,2 | 13,1 |
| 3 | 2,219 | 3 | 2,222 | 8,2 | 8,5 |
| 4 | 4,763 | 8 | 4,771 | 12,4 | 13,2 |
| 5 | 2,161 | 8 | 2,169 | 5,1 | 5,9 |
| 6 | 0,716 | 3 | 0,719 | 5,3 | 5,6 |
| 7 | -4,047 | 8 | -4,039 | 7,2 | 8 |
| 8 | -6,204 | 8 | -6,196 | 11 | 11,8 |

Рассмотрим нивелирную сеть, изображенную на рисунке 4.2. Сеть состоит из трех исходных марок А , B и С и четырех определяемых реперов. Ходов, соединяющих нивелирные пункты восемь.

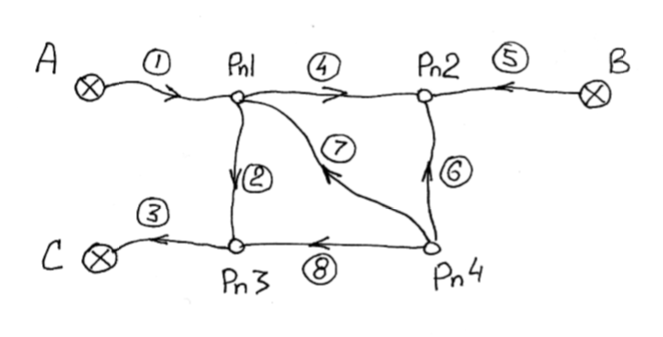
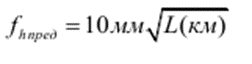


Рисунок 4.2. Конфигурация нивелирной сети

1-й этап

Оценка качества нивелирования

Разобьем сеть, изображенную на рисунке 4.2, на четыре независимых полигона, два замкнутых и два разомкнутых. Направление обхода полигонов указывают стрелками. Допустимая невязка по полигону III класса нивелирования вычисляется по формуле



Невязку по полигонам вычислим по формуле:

fhI =h4- h6+h7=4.771+(-0.719)+(-4.039)=0.013 м= 13 мм

fhII =h8- h2- h7 =-6.196+(-2.148)-(-4,039)=-0.009 м= -9 мм

fhIII =h1+ h4- h5+ НА-НB =-2.211+4.771-(2.169)+186,298-188,452=0.005 м= 5 мм

fhIV =h1- h7+h8+h3+НА-НC=-2.211-(-4.039)+(-6.196)+2.222+186.298-188.452=0.008 м= 8 мм

Длину полигонов вычислим по формулам:

LI =L4+ L6+ L7=13.2+5.6+8.0= 26.8 км

LII =L8+ L2+ L7=11.8+13.1+8.0= 32.9 км

LIII =L1+ L4+ L5=12,0+13.2+5.9= 31.1 км

LIV = L1+ L7+ L8+ L3=12.0+8.0+11.8+8.5= 40.3 км

Результаты оценки качества нивелирования заносим в таблицу 4.3

Таблица 7

Ведомость сравнения вычисленных невязок по полигонам

с их допустимыми значениями

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  поли-гона | Порядок обхода полигона | № ходов, входящих в полигон | Невязка fh, мм | Длина полигона L, км | Предельная невязка, fh пред | Сумма поправок по полигону ∑v, мм |
| I | От Рп1 до Рп1 | 4, 6, 7 | 13 | 26,8 | 51,8 | -13.0 |
| II | От Рп4 до Рп4 | 8, 4,7 | -9 | 32,9 | 57,4 | 9.0 |
| III | От т. A до т. В | 1, 4, 5 | 5 | 31,1 | 55,8 | -5.0 |
| IV | От т. А до т. C | 1, 7, 8, 3 | 8 | 40,3 | 63,5 | -8.0 |

Из таблицы 4.3 видно, что все невязки по абсолютной величине меньше предельных, поэтому можно сделать вывод, что точность полевых измерений соответствует III классу нивелирования.

2-й этап

Вычисление наиболее надежных значений отметок узловых реперов

Наиболее надежные значения отметок узловых реперов получим с помощью способа последовательных приближений. При этом способе отметка каждой узловой точки в любом приближении (кроме первого приближения) вычисляется как среднее весовое из значений отметок, получаемых по всем ходам, непосредственно примыкающим к узловой точке. При таком вычислении отметки всех соседних точек исходных или узловых, рассматриваются как безошибочные.

Сеть, на рис. 4.2, имеет четыре узловые точки: Рп1, с примыкающими к ней ходами 1, 4 , 7 и 2; Рп2, с ходами 4, 5, 6, точку Рп3, с ходами 3, 2 и 8 и точку Рп4, с ходами 8, 7 и 6

Уравнивание результатов выполним в таблице 4.4

В столбцы 1-6 ведомости уравнивания необходимо выписать со схемы сети данные для каждой узловой точки, обращая особое внимание при этом на направления ходов и в соответствии с этим на знаки выписываемого превышения. При вычислениях в таблице 4.4 следует указывать, где это необходимо, знаки «+» и « - » например, в превышениях, поправках и исправленных превышениях.

В столбце 7 по формуле (4.2) вычисляют веса измеренных превышений и подсчитывают сумму весов для каждой узловой точки.

(4.2)

где Li – длина хода в километрах; С – константа, выбираемая с таким расчетом, чтобы значения весов выражались числами, близкими к единице (для удобства вычислений). За единицу веса в примере принят ход длиной в 10 км.

Таблица 8.

Уравнивание нивелирной сети способом последовательных приближений

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ узлов реперров** | **№ ходов** | **№ исходных точек** | **Отметки исходных точек** | **Измеренные превышения** | **Длины ходов** | **Веса** | | **Приближения** | | | | | | | |
| Р=15/L | Pi=P/|P| | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | |
| Н, м | ε∙P | Н, м | ε∙P | Н, м | ε∙P’ | Н, м | ε∙P’ |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| Рп1 | 1 | А | 188,452 | -2,211 | 12,0 | 0,83 | 0,23 | 186,2410 |  | 186,2410 | 1,6 | 186,2410 | 0,5 | 186,2410 | 0,8 |
| 4 | Рп2 |  | -4,771 | 13,2 | 0,76 | 0,21 |  |  | 186,2360 | 0,4 | 186,2376 | -0,3 | 186,2330 | -1,0 |
| 2 | Рп3 |  | 2,148 | 13,1 | 0,76 | 0,21 |  |  | 186,2240 | -2,1 | 186,2307 | -1,7 | 186,2297 | -1,7 |
| 7 | Рп4 |  | -4,039 | 8,0 | 1,25 | 0,35 |  |  |  |  | 186,2429 | 1,4 | 186,2429 | 1,9 |
|  |  |  |  |  | 3,60 | 1,00 | 186,2410 |  | 186,2339 | -0,1 | 186,2388 | -0,1 | 186,2376 | 0,0 |
| Рп2 | 4 | Рп1 |  | 4,771 | 13,2 | 0,76 | 0,18 |  |  | 191,0120 | 0,6 | 191,0049 | 0,2 | 191,0098 | 0,9 |
| 5 | В | 188,838 | 2,169 | 5,9 | 1,69 | 0,40 | 191,0070 |  | 191,0070 | -0,6 | 191,0070 | 1,2 | 191,0070 | 0,8 |
| 6 | Рп4 |  | 0,719 | 5,6 | 1,79 | 0,42 |  |  |  |  | 191,0009 | -1,3 | 191,0009 | -1,7 |
|  |  |  |  |  | 4,24 | 1,00 | 191,0070 |  | 191,0086 | 0,0 | 191,0040 | 0,1 | 191,0049 | 0,0 |
| Рп3 | 2 | Рп1 |  | -2,148 | 13,1 | 0,76 | 0,27 |  |  | 184,0930 | 2,8 | 184,0859 | 1,1 | 184,0908 | 2,1 |
| 3 | C | 186,298 | -2,222 | 8,5 | 1,18 | 0,42 | 184,0760 | 0,0 | 184,0760 | -2,8 | 184,0760 | -2,4 | 184,0760 | -2,9 |
| 8 | Рп4 |  | -6,196 | 11,8 | 0,85 | 0,30 |  |  |  |  | 184,0859 | 1,3 | 184,0859 | 0,9 |
|  |  |  |  |  | 2,79 | 0,99 | 184,0760 | 0,0 | 184,0827 | 0,0 | 184,0817 | 0,0 | 184,0830 | 0,1 |
| Рп4 | 6 | Рп2 |  | -0,719 | 5,6 | 1,79 | 0,46 |  |  | 190,2880 | 2,8 | 190,2896 | 3,5 | 190,2850 | 1,8 |
| 7 | Рп1 |  | 4,039 | 8,0 | 1,25 | 0,32 |  |  | 190,2800 | -0,6 | 190,2729 | -2,9 | 190,2778 | -1,1 |
| 8 | Рп3 |  | 6,196 | 11,8 | 0,85 | 0,22 |  |  | 190,2720 | -2,2 | 190,2787 | -0,7 | 190,2777 | -0,7 |
|  |  |  |  |  | 3,89 | 1,00 |  |  | 190,2819 | 0,0 | 190,2819 | 0,0 | 190,2811 | 0,0 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Приближения** | | | | | | | | | | V, мм | Исправленные превышения | Р∙v | P∙v∙v |
| 5 | | 6 | | 7 | | 8 | | 9 | |
| Н, м | ε∙P | Н, м | ε∙P | Н, м | ε∙P’ | Н, м | ε∙P’ | Н, м | ε∙P’ |
| 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| 186,2410 | 0,7 | 186,2410 | 0,8 | 186,2410 | 0,8 | 186,2410 | 0,8 | 186,2410 | 0,8 | 3,4 | -2,2076 | 2,82 | 9,5948 |
| 186,2339 | -0,8 | 186,2334 | -0,9 | 186,2335 | -0,9 | 186,2334 | -0,9 | 186,2334 | -0,9 | -4,2 | -4,7752 | -3,19 | 13,4064 |
| 186,2310 | -1,4 | 186,2305 | -1,5 | 186,2306 | -1,5 | 186,2305 | -1,5 | 186,2305 | -1,5 | -7,1 | 2,1409 | -5,40 | 38,3116 |
| 186,2421 | 1,5 | 186,2424 | 1,6 | 186,2421 | 1,6 | 186,2422 | 1,6 | 186,2421 | 1,6 | 4,5 | -4,0345 | 5,63 | 25,3125 |
| 186,2378 | 0,0 | 186,2377 | 0,0 | 186,2376 | 0,0 | 186,2376 | 0,0 | 186,2376 | 0,0 |  |  | -0,14 | 86,6253 |
| 191,0086 | 0,8 | 191,0088 | 0,8 | 191,0087 | 0,8 | 191,0086 | 0,8 | 191,0086 | 0,8 | 4,2 | 4,7752 | 3,19 | 13,4064 |
| 191,0070 | 1,0 | 191,0070 | 1,0 | 191,0070 | 1,0 | 191,0070 | 1,0 | 191,0070 | 1,0 | 2,6 | 2,1716 | 4,39 | 11,4244 |
| 191,0001 | -1,8 | 191,0004 | -1,7 | 191,0001 | -1,8 | 191,0002 | -1,8 | 191,0001 | -1,8 | -4,3 | 0,7147 | -7,70 | 33,0971 |
| 191,0044 | 0,0 | 191,0045 | 0,1 | 191,0044 | 0,0 | 191,0044 | 0,0 | 191,0044 | 0,0 |  |  | -0,1 | 57,9 |
| 184,0896 | 1,9 | 184,0898 | 1,9 | 184,0897 | 1,9 | 184,0896 | 1,9 | 184,0896 | 1,9 | 7,1 | -2,1409 | 5,40 | 38,3116 |
| 184,0760 | -2,7 | 184,0760 | -2,8 | 184,0760 | -2,7 | 184,0760 | -2,7 | 184,0760 | -2,7 | -6,5 | -2,2285 | -7,67 | 49,8550 |
| 184,0851 | 0,8 | 184,0854 | 0,8 | 184,0851 | 0,8 | 184,0852 | 0,8 | 184,0851 | 0,8 | 2,6 | -6,1934 | 2,21 | 5,7460 |
| 184,0825 | 0,0 | 184,0826 | -0,1 | 184,0825 | 0,0 | 184,0825 | 0,0 | 184,0825 | 0,0 |  |  | -0,1 | 93,9 |
| 190,2859 | 2,1 | 190,2854 | 2,0 | 190,2855 | 2,0 | 190,2854 | 2,0 | 190,2854 | 2,0 | 4,3 | -0,7147 | 7,70 | 33,0971 |
| 190,2766 | -1,5 | 190,2768 | -1,4 | 190,2767 | -1,4 | 190,2766 | -1,4 | 190,2766 | -1,4 | -4,5 | 4,0345 | -5,63 | 25,3125 |
| 190,2790 | -0,5 | 190,2785 | -0,6 | 190,2786 | -0,6 | 190,2785 | -0,6 | 190,2785 | -0,6 | -2,6 | 6,1934 | -2,21 | 5,7460 |
| 190,2814 | 0,0 | 190,2811 | 0,0 | 190,2812 | 0,0 | 190,2811 | 0,0 | 190,2811 | 0,0 |  |  | -0,1 | 64,2 |
| 186.7478 |

μ=6,8 мм РРП1=3,00 РРП2=3,57 РРП3=2,10 РРП4=3,19

mкм=2.2 MРП1=3,94 MРП2=3,62 MРП3=4,72 MРП4=3,83 mμ=2.42

Отметку узлового репера вычисляют как среднее весовое из отметок вычисленных по ходам от исходных марок и реперов по формуле:



где НI – высоты узловой точки вычисленные по ходам 1, 2,…n;

p i – веса измеренных превышений по ходам 1, 2,...n.

В столбце 9 вычисляют первое приближение отметок узловых реперов в той последовательности, в которой они записаны в графе 1 ведомости уравнивания. Эти отметки могут быть получены различными путями: или по одному из ходов, или как среднее весовое из отметок по нескольким ходам

Если же для вычисления отметки узловой точки используются все хода, примыкающие к данной точке, то пользуются формулой. Значение отметки узловой точки записывают в столбец 9 под чертой.

После окончания первого приближения, переходят ко второму, проводя вычисление отметок в той же последовательности. За исходные отметки при каждом последующем вычислении принимают отметки точек, полученные в предыдущем приближении

Заканчивают вычисления, тогда, когда значения двух последних приближений высот будут отличаться друг от друга в пределах точности вычислений.

Вычитая из уравненного значения отметки ее значения, полученные по каждому ходу, вычисляют поправки vi, которые записывают в столбец 33. Вычисление поправок контролируют по формулам



В графе 34 записываются исправленные по формуле 

значения превышений, при этом надо поменять знак уже исправленных превышений, если менялся знак превышения при записи в столбец 5

Правильность вычисления исправленных превышений проводится суммированием исправленных превышений по ранее намеченным полигонам и сравнением полученных значений с теоретическими значениями. Результаты контроля записывают в таблицу 9.

Таблица 9

Ведомость сравнения вычисленных невязок по полигонам

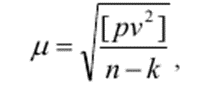
с их допустимыми значениями

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  поли-гона | Порядок обхода полигона | № ходов, входящих в полигон | Теоретическая сумма превышений | Фактическая сумма превышений, мм | Разность, мм |
| I | От Рп1 до Рп1 | 4, 6, 7 | 0 | 0 | 0 |
| II | От Рп4 до Рп4 | 8, 4,7 | 0 | 0 | 0 |
| III | От т. A до т. В | 1, 4, 5 | 386 | 386 | 0 |
| IV | От т. А до т. C | 1, 7, 8, 3 | 2154 | 2154 | 0 |

3-й этап

Оценка точности полевых измерений

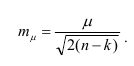
Оценка точности полевых измерений состоит в вычислении средних квадратических ошибок превышения, вес которого принят за единицу и превышения по ходу в 1 км





Здесь n – число всех ходов; k – число узловых точек; С – постоянное, принятое ранее для вычисления веса.

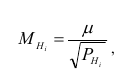
Обычно величину μ вычисляют на основании ограниченного числа измерений, поэтому для определения надежности вычисляют среднюю квадратическую ошибку самой ошибки



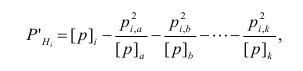
4-й этап

Оценка точности уравнениях значений

В этом методе оценить точность уравненных значений можно применяя метод эквивалентной замены или методом приближений, предложенным В.П. Козловым



Из первого приближения



где [p] – сумма весов превышений ходов, сходящихся в узловой точке i.

p i,a , p i,b p i,k – веса измеренных превышений отдельных ходов, являющихся связующими между узловой точкой i и соседними узловыми точками a, b,…k (за исключением исходных пунктов).

[p] a , [p] b , [p] k – суммы весов измеренных превышений по ходам, сходящихся в узловых точках a, b, …k, с которыми узловая точка i имеет связующие хода.

Результаты оценки точности приведены в нижней части таблицы 8.

**Задание 5**

**Вычисление линии измеренной светодальномером.**

Произвести вычисление линии, измеренной светодальномером СТ5.

Таблица 10.

Журнал измерения длины стороны

полигонометрического хода светодальномером СТ5.

Сторона: пп 46 – пп 1. Дата: 5 августа 2018 года.

Точка стояния: пп 46. Цель: пп 1.

Температура: +17 °+ (0,1 ° \*33)=20,3 °С; Давление: 740+1\*33=773 мм.рт.ст.

П: -3°30‘ Л: +3 °30‘. Угол наклона: +3 ° 30‘.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Приемы | 1 | 2 | 3 |
| Отсчеты по табло D | 260,128+33·0.001=  260,161  260.130+33·0.001=  260,163  260.127+33·0.001=  260,16 | 260.125+33·0.001=  260,158  260.128+33·0.001=  260,161  260.126+33·0.001=  260,159 | 260.130+33·0.001=  260,163  260.134+33·0.001=  260,167  260.133+33·0.001=  260,166 |
| Среднее значение | 260,1613 | 260,1593 | 260,1653 |
| DS (прив. К гориз.) | 259,676 | 259,6741 | 259,68 |
| Удаление от осевого меридиана Yср | 180+1·33=213 км | 180+1·33=213 км | 180+1·33=213 км |
| ΔSн | 0,1292 | 0,1292 | 0,1292 |
| Средняя высота над уровнем моря Н, км | 0,150+0,01·33=0,48 | 0,150+0,01·33=0,48 | 0,150+0,01·33=0,48 |
| ΔSH | -0,0196 | -0,0196 | -0,0196 |
| Поправка за температуру и давлен | 0,007 | 0,007 | 0,007 |
| Вычисленная линия | 259,7926 | 259,7907 | 259,7966 |
| Среднее значение | 259.7933 | | |

**Задание 6**

**Вычисление рабочих координат пунктов**

**полигонометрического хода без угловой привязки.**

Вычислить рабочие координаты пунктов полигонометрического хода с помощью способа координатной привязки. Координаты исходных пунктов: ПП40 X=10901.025м; Y=7050.400м. ПП78 X= 9619.164м; Y=9076.842м. Измеренные углы и длины сторон приведены в таблице № 11.

Таблица 11.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | ° | ´ | ´´ | Длины сторон | Вариант  88 | ° | ´ | ´´ | Длины сторон |
| ПП40 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 552,007 | 0,012 |  |  |  | 552,019 |
| 1 | 247 | 51 | 8,1 |  | 0,9 | 247 | 51 | 9 |  |
|  |  |  |  | 565,338 | 0,004 |  |  |  | 565,342 |
| 2 | 156 | 32 | 34,9 |  | 2,2 | 156 | 32 | 37,1 |  |
|  |  |  |  | 339,025 | 0,001 |  |  |  | 339,026 |
| 3 | 139 | 20 | 10,9 |  | 4,1 | 139 | 20 | 15 |  |
|  |  |  |  | 400,408 | 0,005 |  |  |  | 400,413 |
| 4 | 157 | 18 | 32 |  | 1,2 | 157 | 18 | 33,2 |  |
|  |  |  |  | 356,831 | 0,009 |  |  |  | 356,84 |
| 5 | 170 | 6 | 59,2 |  | 1,7 | 170 | 7 | 0,9 |  |
|  |  |  |  | 372,263 | 0,009 |  |  |  | 372,272 |
| 6 | 179 | 59 | 40,8 |  | 1,2 | 179 | 59 | 42 |  |
|  |  |  |  | 348,716 | 0,016 |  |  |  | 348,732 |
| ПП78 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Самым простым способом привязки является непосредственное примыкание теодолитного или полигонометрического хода к пунктам триангуляции или полигонометрии высшего класса с возможностью измерения примычных углов (азимутальная привязка). С этим видом привязки студенты знакомятся на первом курсе при обработке тахеометрического хода.

В ряде случаев ход не удается привязать к исходным направлениям. Например, когда на исходном пункте отсутствует видимость с земли на соседние пункты, наружные знаки пришли в ветхость, а центры на ориентирных пунктах потеряны. В таких случаях используют способ координатной привязки

**Алгоритм решения задачи.**

Между двумя исходными пунктами проложили ход с координатной привязкой. Необходимо вычислить координаты поворотных точек в системе координат государственной геодезической сети.

Задача решается в два приближения.

***Первое приближение.***

Определение длины и дирекционного угла истинной замыкающей хода.

а) Найдем приращения истинных координат и длину замыкающей линии хода R1 между пунктами ГГС ПП40 и ПП78.

ПП40 X=10901.025м; Y=7050.400м. ПП78 X= 9619.164м; Y=9076.842м

dx ист=XПП78-ХПП40=9619,164-10901,025=1281,861 м

dy ист=YПП78-YПП40=9076.842-7050,400=2026,442 м

б). Определим румб истинной замыкающей R1.

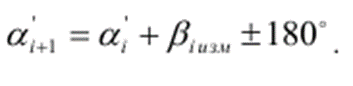
=

По известным правилам, от румба линии перейдем к дирекционному углу α.

α=122º18΄58,0´´

2. Определение приращений координат, длины и дирекционного угла замыкающей хода с произвольно заданным дирекционным углом первой измеренной линии.

а) Зададим первой линии хода произвольный дирекционный угол α и определим по известным зависимостям последующие дирекционные углы линий хода.

. 

Как правило, дирекционному углу первой линии задают значение α = 0.

б). По измеренным линиям и вычисленным дирекционным углам найдем приращения координат поворотных точек хода

в). Просуммируем приращения координат и определим длину замыкающей проложенного хода R1‘. Оценим качество измерений.

Таблица 12.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Углы поворота | | | Дирекционные углы | | | Длины сторон | ΔХ | ΔY |
| ° | ´ | ´´ | ° | ´ | ´´ |
| ПП40 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 0 | 0 | 0 | 552,019 | 552,019 | 0,000 |
| 1 | 247 | 51 | 09,0 |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 67 | 51 | 09.0 | 565,342 | 213,130 | 523,629 |
| 2 | 156 | 32 | 37,1 |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 44 | 23 | 46.1 | 339,026 | 242,241 | 237,188 |
| 3 | 139 | 20 | 15,0 |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 3 | 44 | 01,1 | 400,413 | 399,563 | 26,074 |
| 4 | 157 | 18 | 33,2 |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 341 | 02 | 34.3 | 356,840 | 337,486 | -115,923 |
| 5 | 170 | 7 | 00,9 |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 331 | 09 | 35.2 | 372,272 | 326,098 | -179,572 |
| 6 | 179 | 59 | 42,0 |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | 331 | 09 | 17.2 | 348,732 | 305,463 | -168,244 |
| ПП78 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  | Σ 2934.644 | 2376.000 | 323.151 |

dr=-=2397.875-2397.840=0.035

Относительная погрешность

Расчетная относительная ошибка хода не превышает 1/25000, следовательно вычисления можно продолжить.

г). Определение угла доворота dα вычисленной замыкающей линии хода - R‘ По вычисленной сумме приращений координат измеренных линий найдем румб r‘ - вычисленной замыкающей.

=

Чтобы получить истинные приращения координат необходимо развернуть R‘ с заданным углом ‘ в направлении R с заданным истинным углом α. Для этого определим угол доворота dα линии R‘.

dα=α-α’=122º18΄58,0´´-=114°34’15.7”

Введя поправку dα в начальный, произвольно взятый дирекционный угол и исправив последующие дирекционные углы, окончательно определим исправленные приращения координат.

На этом первое приближение заканчивается

Второе приближение.

Далее используется стандартный алгоритм вычисления рабочих координат. Отличие состоит в том, что в данном алгоритме отсутствует угловая невязка, которая скомпенсировалась доворотом хода – замыкающая хода совпадает с истинной замыкающей.

Таблица 13

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Углы поворота | | | Дирекционные углы | | | Длины сторон | вычисленные | | исправленные | | Х | Y |
| ΔХ | ΔY | ΔХ | ΔY |
| ° | ´ | ´´ | ° | ´ | ´´ |
| ПП40 |  |  |  |  |  |  |  | 0,004 | -0,006 |  |  | **10 901,025** | **7 050,400** |
|  |  |  |  | 114 | 34 | 15.7 | 552,019 | -229,541 | 502,032 | -229,538 | 502,026 |  |  |
| 1 | 247 | 51 | 09,0 |  |  |  |  | 0,004 | -0,006 |  |  | **10 671,487** | **7 552,426** |
|  |  |  |  | 182 | 25 | 24.7 | 565,342 | -564,836 | -23,906 | -564,833 | -23,912 |  |  |
| 2 | 156 | 32 | 37,1 |  |  |  |  | 0,002 | -0,003 |  |  | **10 106,655** | **7 528,514** |
|  |  |  |  | 158 | 58 | 01.8 | 339,026 | -316,438 | 121,677 | -316,436 | 121,674 |  |  |
| 3 | 139 | 20 | 15,0 |  |  |  |  | 0,003 | -0,004 |  |  | **9 790,218** | **7 650,188** |
|  |  |  |  | 118 | 18 | 16.8 | 400,413 | -189,860 | 352,539 | -189,857 | 352,535 |  |  |
| 4 | 157 | 18 | 33,2 |  |  |  |  | 0,002 | -0,004 |  |  | **9 600,361** | **8 002,723** |
|  |  |  |  | 95 | 36 | 50.0 | 356,840 | -34,908 | 355,128 | -34,905 | 355,125 |  |  |
| 5 | 170 | 7 | 00,9 |  |  |  |  | 0,002 | -0,004 |  |  | **9 565,456** | **8 357,848** |
|  |  |  |  | 85 | 43 | 50.9 | 372,272 | 27,713 | 371,239 | 27,715 | 371,235 |  |  |
| 6 | 179 | 59 | 42,0 |  |  |  |  | 0,002 | -0,004 |  |  | **9 593,171** | **8 729,083** |
|  |  |  |  | 85 | 43 | 32.9 | 348,732 | 25,991 | 347,762 | 25,993 | 347,759 |  |  |
| ПП78 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | **9 619,164** | **9 076,842** |
|  |  |  |  |  |  |  | 2934,644 | -1281,880 | 2026,472 | -1281,861 | 2026,442 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  | -1281,861 | 2026,442 |  |  | fs= | 0.035 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  | -0.019 | 0.030 |  |  | Fs/S= | 1 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 83573 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |