Министерство образования Российской Федерации

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования

«Тульский государственный университет»

Кафедра Геоинженерии и Кадастра

**КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА**

**ОСНОВЫ ГЕОДЕЗИИ**

**Содержание**

Задание 1. Определить среднюю квадратическую ошибку угла, измеренного одним полным приемом при помощи теодолита Т-30, учитывая ошибку mо отсчета по микроскопу при двух наведениях t, визирования mv и за внецентренность теодолит mc и вех, если mc= mr=15//+i//, v=20х. Принять i равным номеру по журналу.

Задание 2. Оценить точность определения коэффициента дальномера зрительной трубы С, если измерено горизонтальное расстояние от оси вращения трубы до рейки s±ms и определен отрезок l рейки между дальномерными нитями сетки с ошибкой ml. Ошибкой в определении слагаемого дальномера можно пренебречь. Принять s=147,83 м± i (см),ms=± 0,070 м ±(0,000 + i)(м) ;l=1.48м, ml=±0,0050м. Принять i равным номеру по журналу.

Задание 3. По результатам измерения угла найти вероятнейшее значение угла, средние квадратические ошибки одного измерения и арифметической средины, вероятную ошибку, среднюю ошибку, предельную. Изменить третью, пятую, десятую ошибку по правилу m ±0,i// (табл 1).

Таблица 1.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Значения углов | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| 69о 44/  15//,5 | 69о 44/ 16//,4 | 69о 44/ 15//,6 | 69о 44/ 17//,0 | 69о 44/ 16//,3 | 69о 44/ 18//,7 | 69о 44/ 17//,3 | 69о 44/ 17//,5 | 69о 44/ 17//,1 | 69о 44/ 15//,7 | 69о 44/ 17//,0 | 69о 44/ 15//,3 | |

Задание 4. Уравновесить по способу косвенных измерений результаты нивелирования системы ходов (рис). Вычислить среднюю квадратическую ошибку нивелирования на 1 км хода и произвести оценку точности определения отметок узловых реперов и разности уравновешенных отметок НЕ-НС методом весовых коэффициентов по Ганзену. Исходные отметки изменить по правилу Н±0.00(i/3)м.

|  |  |
| --- | --- |
| № марок | Отметки Н,м |
| А | 134,836 |
| В | 142,512 |

1

2

3

4

5

6

7

8

м.A

м.В

Рп.С

Рп.Е

Рп.D

**Рис. Схема нивелирных ходов**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № ходов | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Превышения h,м | +3,436 | +4,242 | +4,176 | +3,506 | +2,819 | -4,866 | +0,744 | -1,366 |
| Длины ходов L,км | 8,4 | 7,1 | 3,8 | 4,3 | 6,5 | 2,7 | 5,2 | 3,1 |

**Задача 1**

Определить среднюю квадратическую ошибку угла, измеренного одним полным приемом при помощи теодолита Т-30, учитывая ошибку mо отсчета по микроскопу при двух наведениях t, визирования mv и за внецентренность теодолит mc и вес, если mc= mr=20//, v=20х.

Решение:

Найдем ошибки от отдельных источников ошибок. Средняя квадратическая ошибка среднего из отсчетов по двум верньерам

.

Средняя квадратическая ошибка визирования трубой теодолита

.

Суммарная ошибка измеренного одним полуприемом направления найдется по формуле

,

И .

Угол есть разность двух направлений, следовательно,

,

Для среднего значения угла, полученного из двух полуприемов,

.

**Задача 2**

Оценить точность определения коэффициента дальномера зрительной трубы С, если измерено горизонтальное расстояние от оси вращения трубы до рейки s±ms и определен отрезок l рейки между дальномерными нитями сетки с ошибкой ml. Ошибкой в определении слагаемого дальномера можно пренебречь. Принять s=147,88 м, ms=± 0,075 м; l=1.48м, ml=±0,0050м.

Решение

Логарифмируя функцию , получаем



Коэффициент дальномера С будет получен с некоторой ошибкой, вследствии ошибок измерений величин s и l. Эти ошибки вызовут соответствующие ошибки в логарифмах величин s, l, и С, которые обозначим mlgs, mlgl, и mlgC.

.

Значение mlgs, и mlgl найдем по табличным разностям логарифмов

Табличная разность равна 3.

При изменении s на 0,01 м логарифм s изменяется на 3 единицы последнего знака. При изменении же s на величину  логарифм s изменится на величину, приблизительно в 8 раз большую, то есть  единицам 5-го знака логарифма

Аналогично находим

Табличная разность равна 30.

Здесь при изменении l на 0,01 м логарифм l изменяется на 30 единиц пятого знака, а так как , то  единице 5-го знака логарифма.

Далее

.

,



****.

При изменении С на 0,1 логарифм его изменяется на 44 единицы 5-го знака логарифма. Составит пропорцию , откуда . Эти вычисления записываем в таблицу:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Обозначения величин | Значения величин | Изменения | | Средние квадратические ошибки | | m2lg |
| величин | их логарифмов | величин | их логарифмов |
| lgs | 2.16991 | 0.01 | 3 | 0.075 | 24 | 576 |
| доп. lgl | 9.82974 | 0.001 | 30 | 0.005 | 150 | 22500 |
| lg C | 1.99965 | 0.1 | 44 |  | ∑ | 23076 |
| C | 99.92 | 0.35 |  |  |  |  |

 единицы 5-го знака логарифма;

, откуда .

Ответ: .

**Задача 3**

По результатам измерения угла найти вероятнейшее значение угла, средние квадратические ошибки одного измерения и арифметической средины, вероятную ошибку, среднюю ошибку, предельную.

Таблица 1.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Значения углов | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 69о 44/  15//,5 | 69о 44/ 16//,4 | 69о 44/ 16//,1 | 69о 44/ 17//,0 | 69о 44/ 16//,8 | 69о 44/ 18//,7 | 69о 44/ 17//,3 | 69о 44/ 17//,5 | 69о 44/ 17//,1 | 69о 44/ 16//,2 | 69о 44/ 17//,0 | 69о 44/ 15//,3 |

Решение:

Решение задачи выполняется в двух вариантах.

Первый вариант:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №п/п | l | | | ε | δ | δ2 | εδ |
| 0 | / | // |
| 1 | 69 | 44 | 15.5 | 0.2 | +1.20 | 1.44 | +0.24 |
| 2 |  |  | 16.4 | 1.1 | +0.30 | 0.09 | +0.33 |
| 3 |  |  | 16.1 | 0.8 | +0.60 | 0.36 | +0.48 |
| 4 |  |  | 17.0 | 1.7 | -0.30 | 0.09 | -0.51 |
| 5 |  |  | 16.8 | 1.5 | -0.10 | 0.01 | -0.15 |
| 6 |  |  | 18.7 | 3.4 | -2.00 | 4.00 | -6.80 |
| 7 |  |  | 17.3 | 2.0 | -0.60 | 0.36 | -1.20 |
| 8 |  |  | 17.5 | 2.2 | -0.80 | 0.64 | -1.76 |
| 9 |  |  | 17.1 | 1.8 | -0.40 | 0.16 | -0.72 |
| 10 |  |  | 16.2 | 0.9 | +0.50 | 0.25 | +0.45 |
| 11 |  |  | 17.0 | 1.7 | -0.30 | 0.09 | -0.51 |
| 12 |  |  | 15.3 | 0.0 | +1.40 | 1.96 | 0.00 |
| l0 | 69 | 44 | 15.3 |  |  |  |  |
| [ε]/n |  |  | 1.4 |  |  |  |  |
| x' |  |  | 16.7 | 17.3 | -0.50 | 9.45 | -10.15 |

****;

****;

****; ;

; .

Как видим, вследствие ошибок округления контроль сходится весьма приближенно. Можно показать, что этот контроль уточняется следующим образом:

.

В данном случае

.

Полученное расхождение с  на 0,01 объясняется приближенностью контрольной формулы.

Второй вариант:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №п/п | l | | | ε" | ε2 | δ | δ2 |
| 0 | / | // |
| 1 | 69 | 44 | 15.5 | 0.2 | 0.04 | 1.20 | 1.44 |
| 2 |  |  | 16.4 | 1.1 | 1.21 | 0.30 | 0.09 |
| 3 |  |  | 16.1 | 0.8 | 0.64 | 0.60 | 0.36 |
| 4 |  |  | 17.0 | 1.7 | 2.89 | -0.30 | 0.09 |
| 5 |  |  | 16.8 | 1.5 | 2.25 | -0.10 | 0.01 |
| 6 |  |  | 18.7 | 3.4 | 11.56 | -2.00 | 4.00 |
| 7 |  |  | 17.3 | 2 | 4 | -0.60 | 0.36 |
| 8 |  |  | 17.5 | 2.2 | 4.84 | -0.80 | 0.64 |
| 9 |  |  | 17.1 | 1.8 | 3.24 | -0.40 | 0.16 |
| 10 |  |  | 16.2 | 0.9 | 0.81 | 0.50 | 0.25 |
| 11 |  |  | 17.0 | 1.7 | 2.89 | -0.30 | 0.09 |
| 12 |  |  | 15.3 | 0 | 0 | 1.40 | 1.96 |
| l0 | 69 | 44 | 15.3 |  |  |  |  |
| [ε]/n |  |  | 1.44 |  |  |  |  |
| x' |  |  | 16.70 | 17.3 | 34.37 | -0.50 | 9.45 |

****;

****;

****;



****;

****;

****.

Средняя ошибка:

****

Вероятная ошибка:

.

Предельная ошибка:

.

Ответ: .

**Задача 4**

Уравновесить по способу косвенных измерений результаты нивелирования системы ходов (рис). Вычислить среднюю квадратическую ошибку нивелирования на 1 км хода и произвести оценку точности определения отметок узловых реперов и разности уравновешенных отметок НЕ-НС методом весовых коэффициентов по Ганзену. А=134,838 м, В=142,514 м.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № ходов | Превышения h | Длина ходов L |
| 1 | 3.436 | 8.4 |
| 2 | 4.242 | 7.1 |
| 3 | 4.176 | 3.8 |
| 4 | 3.506 | 4.3 |
| 5 | 2.819 | 6.5 |
| 6 | -4.866 | 2.7 |
| 7 | 0.744 | 5.2 |
| 8 | -1.366 | 3.1 |

Решение:

I. Установим в качестве независимых неизвестных отметки узловых реперов С, D и Е и выразим все превышения в функции этих неизвестных. Обозначим вероятнейшие значения отметок HC, HD и HE соответственно через x, y, я и положим

****, , .

Вычислим приближенные значения неизвестных:



II. Составим уравнения ошибок в общем виде:

****

III. Подставив вместо неизвестных их приближенные значения плюс поправки, получим уравнения ошибок с поправками к приближенным значения неизвестных. Свободные члены в этих уравнениях выражаем в сантиметрах:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | + |  |  |  |  | = |  |
|  | - |  |  | -0.2 | см | = |  |
|  |  | + |  |  |  | = |  |
|  |  | - |  | -0.6 | см | = |  |
|  |  |  | + |  |  | = |  |
|  |  |  | + | +0.9 | см | = |  |
|  | - | + |  | -0.4 | см | = |  |
|  |  | - | + | +0.9 | см | = |  |

IV. Составим таблицу коэффициентов уравнений ошибок.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | a | b | c | l, см | s | p=l/L | v, см | pv | pvv | plv |
| 1 | +1 |  |  | +0.0 | +1 | 0.12 | -0.26 | -0.0312 | 0.008 | 0 |
| 2 | -1 |  |  | -0.2 | -1.2 | 0.14 | +0.06 | +0.0084 | 0.001 | -0.002 |
| 3 |  | +1 |  | +0.0 | +1 | 0.26 | -0.07 | -0.0182 | 0.001 | 0 |
| 4 |  | -1 |  | -0.6 | -1.6 | 0.23 | -0.53 | -0.1219 | 0.065 | +0.073 |
| 5 |  |  | +1 | +0.0 | +1 | 0.15 | -0.77 | -0.1155 | 0.089 | 0 |
| 6 |  |  | +1 | +0.9 | +1.9 | 0.37 | +0.14 | +0.0518 | 0.007 | +0.047 |
| 7 | -1 | +1 |  | -0.4 | -0.4 | 0.19 | -0.21 | -0.0399 | 0.008 | +0.016 |
| 8 |  | -1 | +1 | +0.9 | +0.9 | 0.32 | +0.20 | +0.0640 | 0.013 | +0.058 |
| Сумма | -1 | 0 | +3 | +0.6 | +2.6 |  |  |  | 0.192 | +0.192 |
| Неизвестные | -0.260 | -0.068 | -0.765 |  |  |  |  |  |  |  |

Весовая функция по условию задачи имеет вид



для которой f1=-1, f2=0, f3=+1.

V. Составим таблицу коэффициентов нормальных уравнений (таблица 1).

VI. Выпишем нормальные уравнения

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 0.450 | -0.190 |  | +0.104 | = | 0 |
| 2 | -0.190 | +1.000 | -0.320 | -0.226 | = | 0 |
| 3 |  | -0.320 | +0.840 | +0.621 | = | 0 |
| ∑ | +0.260 | +0.490 | +0.520 | +0.499 | = | 0 |

Контроль

0.068-0.033-0.398+0.499=0

Этот контроль произведем после решения нормальных уравнений, подставив найденные поправки неизвестных в суммарное уравнение.

VII. Решим нормальные уравнения (таблица 2).

VIII. Вычислим уравновешенные значения превышений.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № ходов | Измеренные превышения, м | Поправки, мм | Уравновешенные превышения, м |
| 1 | +3.436 | -2.6 | +3.4334 |
| 2 | +4.242 | +0.6 | +4.2426 |
| 3 | +4.176 | -0.7 | +4.1753 |
| 4 | +3.506 | -5.3 | +3.5007 |
| 5 | +2.819 | -7.7 | +2.8113 |
| 6 | -4.866 | +1.4 | -4.8646 |
| 7 | +0.744 | -2.1 | +0.7419 |
| 8 | -1.366 | +2.0 | -1.3640 |

IX. Выполним окончательный контроль всех вычислений

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | h1+h7-h3= | 0 |  | +3.4334 | +0.7419 | -4.1753 | = | 0 |
| 2 | h2-h4-h7= | 0 |  | +4.2426 | -3.5007 | -0.7419 | = | 0 |
| 3 | h4+h6-h8= | 0 |  | +3.5007 | -4.8646 | +1.3640 | = | 0 |
| 4 | h3+h8-h5= | 0 |  | +4.1753 | -1.3640 | -2.8113 | = | 0 |
| 5 | HA+h3+h4= | HB |  | 134.838 | \_+4.1753 | +3.5007 | = | 142.514 |

X. Произведем оценку точности.

1) Средняя квадратическая ошибка единицы веса (превышения по ходу 1 км)

;

Ошибка самой ошибки единицы веса

****.

2) Средние квадратические ошибки высот определяемых реперов

****

3) Среднюю квадратическую ошибку функции  найдем по формуле

****

****;

**** и .

Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | paa | pab | pac | pal | pas | pbb | pbc | pbl | pbs | pcc | pcl | pcs | pll | pls |
| 1 | 0.120 |  |  |  | 0.120 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 | 0.140 |  |  | 0.028 | 0.168 |  |  |  |  |  |  |  | 0.006 | 0.034 |
| 3 |  |  |  |  |  | 0.260 |  |  | 0.260 |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  | 0.230 |  | 0.138 | 0.368 |  |  |  | 0.083 | 0.221 |
| 5 |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 0.150 | 0.000 | 0.150 |  |  |
| 6 |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 0.370 | 0.333 | 0.703 | 0.300 | 0.633 |
| 7 | 0.190 | -0.190 |  | 0.076 | 0.076 | 0.190 |  | -0.076 | -0.076 |  |  |  | 0.030 | 0.030 |
| 8 |  |  |  |  |  | 0.320 | -0.320 | -0.288 | -0.288 | 0.320 | 0.288 | 0.288 | 0.259 | 0.259 |
| Сумма | 0.450 | -0.190 | 0 | 0.104 | 0.364 | 1.000 | -0.320 | -0.226 | 0.264 | 0.840 | 0.621 | 1.141 | 0.678 | 1.177 |

Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № строк | Название строк | x | y | z | l | s | Контроль |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | N1| | 0.450 | -0.190 | 0.000 | 0.104 | 0.364 | 0.364 |
|  |  | -1 |  |  |  |  |  |
| 2 | C1 | -2.22222 | 0.4222 | 0.0000 | -0.2311 | -0.8089 | 0.8089 |
| 3 |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 | N2| |  | 1.000 | -0.320 | -0.226 | 0.264 | 0.264 |
| 5 | (1); C1,2 \* N1| |  | -0.080 | 0.000 | 0.044 | 0.154 |  |
| 6 | N1|| |  | 0.920 | -0.320 | -0.182 | 0.418 | 0.418 |
|  |  |  | -1 |  |  |  |  |
| 7 | C2 |  | -1.087 | 0.3478 | 0.1978 | -0.4543 | -0.4543 |
| 8 |  |  |  |  |  |  |  |
| 9 | N3| |  |  | 0.840 | 0.621 | 1.141 | 1.141 |
| 10 | (1); С1,3 \* N1| |  |  | 0.000 | 0.000 | 0.000 |  |
| 11 | (2); С2,3 \* N1|| |  |  | -0.111 | -0.063 | 0.145 |  |
| 12 | N1||| |  |  | 0.729 | 0.558 | 1.286 | 1.287 |
|  |  |  |  | -1 |  |  |  |
| 13 | C3 |  |  | -1.3717 | -0.7654 | -1.7641 |  |
| 14 |  |  |  |  |  |  |  |
| 15 | Ci,l | -0.231 | 0.198 | -0.765 | 0.678 | 1.177 |  |
| 16 | dz\*Ci,3 | 0 | -0.266 | dz | -0.024 | -0.084 |  |
| 17 | dy\*Ci,2 | -0.029 | -0.068 |  | -0.036 | 0.083 |  |
| 18 |  | -0.260 | dy |  | -0.427 | -0.984 |  |
| 19 |  | dx |  | [pvv] | 0.191 | 0.192 |  |
| 20 |  | 0 |  | 1.372 |  |  |  |
| 21 | 3,3) | 0.201 | 0.477 | Q33 |  |  |  |
| 22 | 3,2) | 0.201 | Q32 |  |  |  |  |
| 23 | 3,1) | Q31 |  |  |  |  |  |
| 24 |  |  | 1.087 |  |  |  |  |
| 26 |  | 0 | 0.166 | 0.477 |  |  |  |
| 27 | 2,3) | 0.529 | 1.253 | Q23 |  |  |  |
| 28 | 2,2) | 0.529 | Q22 |  |  |  |  |
| 29 | 2,1) | Q21 |  |  |  |  |  |
| 30 |  | 2.222 |  |  |  |  |  |
| 31 |  | 0 |  | 0.201 |  |  |  |
| 32 | 2,3) | 0.223 | 0.529 | Q13 |  |  |  |
| 33 | 2,2) | 2.445 | Q12 |  |  |  |  |
| 34 | 2,1) | Q11 |  |  |  |  |  |
| 35 | ∑Q | 3.175 | 2.259 | 2.050 |  |  |  |
| 36 | Si | 0.260 | 0.490 | 0.520 |  |  |  |
| 37 | Si∑Q | 0.826 | 1.107 | 1.066 |  | 2.999 | 3.000 |