**Высшая геодезия**

**Отчет по курсовой работе на тему:**

*«Обоснование точности измерений и допусков при развитии геодезических сетей специального назначения*»

Вариант № 22

Задание № 51

Преподаватель Студент 152 гр.

Яковлев А.И. Иванова Н.С.

Санкт-Петербург

2008 год

**Учебные и воспитательные цели курсовой работы.**

В результате выполнения курсовой работы студенты должны:

* углубить, систематизировать и закрепить теоретические знания о способах уравнивания геодезических сетей;
* закрепить основы вероятностно-статистического оценивания и анализа ошибок измерений;
* освоить методику построения математических моделей на ЭВМ;
* совершенствовать навыки по уравниванию геодезических построений на персональных компьютерах;
* научиться обосновывать необходимою точность измерений и умело применять метод статистических испытаний для априорной оценки точности на ЭВМ.

В процессе выполнения курсовой работы воспитывается:

* умение работать самостоятельно с научной и технической литературой;
* уверенность в себе при достижении поставленной цели;
* ответственность за выполнение курсовой работы в намеченные сроки;
* воля, упорство, трудолюбие;
* умение анализировать полученные результаты;
* творческие способности при принятии решений;
* профессиональная гордость.

**Задача курсовой работы и основные этапы решения.**

В настоящее время резко возрастает количество объектов, требующих геодезической привязки и контроля состояния. Различные схемы привязки и методики контроля вызывают необходимость развития специальных геодезических сетей. Конфигурация геодезической сети и точность ее элементов определяется спецификой объекта. От заданной точности элементов сети зависят методика и оббьем измерений на пункте. Поэтому актуальной становится задача обоснования необходимой точности измерений и допусков, накладываемых на результаты измерений.

Пусть для геодезического обеспечения специального объекта требуется развить сеть триангуляции плотностью 1 пункт на 20 км2. Точность определения элементов сети mα=6,0”, ms=8 см, где mα –точность ориентирования сторон сети; ms – точность длин сторон сети. Исходная геодезическая сеть характеризуется:

mαисх=1,5” и msисх = 1:400 000

S

При разработке технических указаний на производство полевых работ требуется рассчитать:

1. Необходимую точность измерений.
2. Число приемов.
3. Требования к приборам и условиям измерений.
4. Допустимые значения невязок геометрических условий.
5. Требования к определению элементов приведения.

Такая задача решается в следующей последовательности:

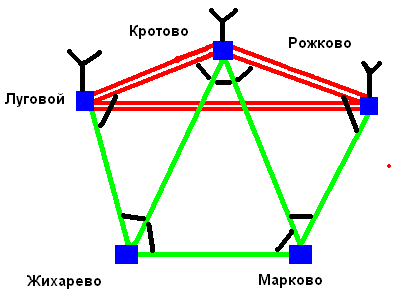
* моделирование геодезической сети;
* определение корреляционных матриц ошибок дирекционных углов и длин сторон развиваемой сети;
* подбор значения μ(СКО единицы веса), доставляющего требуемую точность дирекционным углам и длинам сторон сети;
* выделение случайной и систематической ошибок, влияющих на значение μ;
* разработка требований к точности прибора и числу приемов;
* установление допусков на разброс измеренных значений и на величину невязок геометрических условий;
* установление необходимой точности учета систематических ошибок;
* установление точности определения элементов приведения.

**Моделирование геодезической сети.**

Моделирование геодезической сети выполняется на карте масштаба

1:50 000. В заданном районе с требуемой плотностью проектируется сеть триангуляции, и определяются проектные значения координат пунктов. Дирекционные углы и длины сторон вычисляется из решения обратных геодезических задач. Их проектные значения используются в дальнейших вычислениях.

**Схема сети:**



Координаты пунктов данной сети определяются по карте масштаба 1:50 000. Они имеют следующие значения:

***Исходные пункты:***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *х =* | 5 345 777.84 м |
|  | *y =* | 6 392 520.81 м |
|  | *х =* | 5 345 712.14 м |
|  | *у =* | 6 395 188.44 м |
|  | *х =* | 5 345 462.14 м |
|  | *у =* | 6 389 068.85 м |

***Определяемые пункты:***

х=5 342 374.27м

у=6 393 907.75м

х=5 342 287.59м

у=6 390 919.12м

Значения дирекционных углов и длин сторон вычисляются по формулам обратной геодезической задачи:

yj-yi

*α*i,j=arctg xj-xi si,j=√(xj-xi)2+(yj-yi)2

Решение обратных геодезических задач

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 3-4 | 4-5 | 5-1 | 1-2 |
| *α* | 88˚36′22.1″ | 267˚39′12″ | 84˚46′28.3″ | 265º 50’33” |
| s,м | 2668.62 | 3575.86 | 3554.74 | 2996.73 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 2-3 | 2-4 | 2-5 |
| *α* | 200º 59’32” | 24˚39′10″ | 20˚59′28″ |
| s,м | 3840.22 | 3520.27 | 3466.37 |

**Составление параметрических уравнений поправок направлений.**

Параметрические уравнения поправок направлений имеют вид:



где — поправка в направление;

 — поправка к предварительному значению ориентирующего угла;

— поправки к предварительным значениям координат определяемых пунктов;

*а* и *b* — коэффициенты параметрических уравнений поправок, вычисляемые по формулам:

** ; ****** ,

где и *—* модельные значения дирекционных углов и длин сторон проектируемой сети;

 — свободный член уравнения поправок.

**Параметрические уравнения поправок** **направлений:**

V15= −δz1 + a51ξ5 + b51η5 +l15

V12= −δz1 + l12

V23= −δz2 + l23

V24= −δz2 + a42ξ4 + b42η4+ l24

V25= −δz2 + a52ξ5 + b52η5 + l25

V21= −δz2 + l21

V34= −δz3 + a43ξ4 + b43η4 + l34

V32= −δz3 + l32

V43= −δz4 + a43ξ4 + b43η4 + l43

V42= −δz4 + a42ξ4 + b42η4 + l42

V45= −δz4 + a45ξ4 + b45η4 + a54ξ5 + b54η5 + l45

V51= −δz5 + a51ξ5 + b51η5 + l51

V52= −δz5 + a52ξ5 + b52η5 + l52

V54= −δz5 + a54ξ5 + b54η5 + a45ξ4 + b45η4 + l54

### Таблица коэффициентов параметрических уравнений поправок горизонтальных направлений (матрица *BM*):

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | | | | | | | Определяемые пункты | | | | |
| Жихарево | | Марково | | |
| Изм. |  | |  |  | |  |  | |  |  |  | |  |
| M15 | 1 | 0 | | | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | | 0,567 | 0,234 |
| M12 | -1 | 0 | | | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 |
| M23 | 0 | -1 | | | 0 | 0 | | 0 | 0,463 | 0 | | 0 | 0 |
| M24 | 0 | -1 | | | 0 | 0 | | 0 | 0 | -0,243 | | 0 | 0 |
| M25 | 0 | -1 | | | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | | -0,354 | -0,479 |
| M21 | 0 | -1 | | | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 |
| M34 | 0 | 0 | | | -1 | 0 | | 0 | 0,128 | -0,345 | | 0 | 0 |
| M32 | 0 | 0 | | | -1 | 0 | | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 |
| M43 | 0 | 0 | | | 0 | -1 | | 0 | -0,057 | 0,468 | | 0 | 0 |
| M42 | 0 | 0 | | | 0 | -1 | | 0 | 0,564 | 0,342 | | 0 | 0 |
| M45 | 0 | 0 | | | 0 | -1 | | 0 | 0,854 | 0,678 | | 0,674 | 0,234 |
| M51 | 0 | 0 | | | 0 | 0 | | -1 | 0 | 0 | | 0,682 | -0,568 |
| M52 | 0 | 0 | | | 0 | 0 | | -1 | 0 | 0 | | 0,335 | 0,435 |
| M54 | 0 | 0 | | | 0 | 0 | | -0 | -0,914 | -0,224 | | -0,463 | 0,866 |

### Составление параметрических уравнений поправок измеренных дирекционных углов.

Уравнение поправок дирекционного угла отличается от уравнения поправок направлений тем, что в нем нет поправки в ориентирующий угол. Записывается оно следующим образом:



**Параметрические уравнения поправок** **измеренных дирекционных углов:**

V15= a51ξ5 + b51η5 + l15

V12= l12

V23= l23

V24= a42ξ4 + b42η4 + l24

V25= a52ξ5 + b52η5 + l25

V21= l21

V34= a43ξ4 + b43η4 + l34

V32=l32

V43= a43ξ4 + b43η4 + l43

V42= a42ξ4 + b42η4 + l42

V45= a45ξ4 + b45η4 + a54ξ5 + b54η5 + l45

V51= a51ξ5 + b51η5 + l51

V52= a52ξ5 + b52η5 + l52

V54= a54ξ5 + b54η5 + a45ξ4 + b45η4 + l54

### Таблица коэффициентов параметрических уравнений поправок измеренных дирекционных углов (матрица *B*α):

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Определяемые пункты | | | |
| Жихарево | | Марково | |
|  |  |  |  |  |
| M15 | 0 | 0 | 0,543 | 0,253 |
| M12 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| M23 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| M24 | 0,401 | -0,389 | 0 | 0 |
| M25 | 0 | 0 | 0,235 | 0,635 |
| M21 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| M34 | -0,457 | -0,335 | 0 | 0 |
| M32 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| M43 | 0,680 | 0,949 | 0 | 0 |
| M42 | -0,365 | 0,35 | 0 | 0 |
| M45 | -0,765 | 0,206 | -0,831 | 0,206 |
| M51 | 0 | 0 | -0,442 | -0,254 |
| M52 | 0 | 0 | -0,216 | 0,968 |
| M54 | 0,765 | -0,345 | 0,765 | -0,345 |

### Составление параметрических уравнений

**поправок измеренных длин сторон.**

В проектируемой сети могут планироваться измерения отдельных длин сторон. Параметрическое уравнение поправок стороны имеет вид: 

где *с* и *d* — коэффициенты уравнений, вычисляемые по формулам

,

а λ - исключаемая постоянная систематическая ошибка, обусловленная разностью уровней принимаемых сигналов при проведении измерений и определении поправок.

**Параметрические уравнения поправок** **измеренных длин сторон:**

VS51= c15ξ5 + d15η5 + l51= cosα15ξ5 + sinα15η5 + l15

VS52= c25ξ5 + d25η5 + l25= cosα25ξ5 + sinα25η5 + l25

VS42= c24ξ4 + d24η4 + l24= cosα24ξ4 + sinα24η5 + l24

VS43= c34ξ4 + d34η4 + l34= cosα34ξ4 + sinα34η4 + l34

VS35= c35ξ5 + d35η5 + l35= cosα35ξ5 + sinα35η5 + l35

VS45= c45ξ4 + d45η4 + c54ξ5 + d54η5 + l45= −cosα45ξ4 − sinα45η4 + cosα45ξ5 + sinα45η5 + l45

### Таблица коэффициентов параметрических уравнений поправок измеренных длин сторон (матрица *Bs*):

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Определяемые пункты | | | |
| Изм. | Скочково | | Лесное | |
|  |  |  |  |  |
| S51 | 0 | 0 | -0,4981 | -0,8671 |
| S52 | 0 | 0 | 0,9761 | -0,2175 |
| S42 | 0,6828 | -0,7306 | 0 | 0 |
| S43 | 0,9833 | 0,1818 | 0 | 0 |
| S45 | 0,2405 | -0,9706 | -0,2405 | 0,9706 |

**Установление единицы веса и вычисление исходной весовой матрицы *P* для уравниваемых величин.**

Измеряемые углы на пунктах триангуляции представляются рядом равноточных независимых направлений. Поэтому в качестве единицы веса целесообразно взять вес измерения направлений. Тогда корреляционная матрица ошибок направлений, а следовательно, и ее весовая матрица *PМ*, будут равны единичной матрице

*Q* = *PМ = Е*.

**Вычисление корреляционной матрицы ошибок координат определяемых пунктов.**

Корреляционная матрица ошибок необходимых параметров равна обратной матрице коэффициентов нормальных уравнений

.

Благодаря диагональной конструкции матрицы *P* формулу для вычисления коэффициентов нормальных уравнений представим в виде

**

Учитывая, что  и в рассматриваемой сети не планируются измерения азимутов и длин сторон, корреляционная матрица ошибок необходимых параметров будет равна

.

В результате вычислений получим:

=

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0,7547 | -0,0536 | 0,0224 | 0,0522 | -0,0639 | -0,3958 | 0,0593 | 0,4551 | 0,1392 |
| -0,0536 | 0,3158 | 0,0566 | -0,128 | 0,0382 | 0,2224 | -0,166 | -0,1546 | -0,1527 |
| 0,0064 | 0,0566 | 0,7559 | -0,2869 | 0,0368 | -0,0061 | -0,5632 | 0,0366 | -0,0135 |
| 0,0522 | -0,128 | -0,2869 | 0,8841 | -0,2239 | -0,677 | 0,7581 | 0,2277 | 0,0151 |
| -0,0639 | 0,0382 | 0,0368 | -0,2239 | 0,5244 | 0,6486 | -0,2013 | -0,3494 | 0,1048 |
| -0,3958 | 0,2224 | -0,0061 | -0,677 | 0,6486 | 2,6272 | -0,4731 | -1,756 | -0,061 |
| 0,0593 | -0,166 | -0,5632 | 0,7581 | -0,2013 | -0,4731 | 1,3295 | 0,2446 | 0,0412 |
| 0,4551 | -0,1546 | 0,0366 | 0,2277 | -0,3494 | -1,756 | 0,2446 | 1,9114 | 0,2573 |
| 0,1392 | -0,1527 | -0,0135 | 0,0151 | 0,1048 | -0,061 | 0,0412 | 0,2573 | 0,648 |

матрицу можно разбить на блоки 

где — корреляционная матрица ошибок уравненных значений ориентирующих углов;

—матрица взаимных весовых коэффициентов между уравненными значениями ориентирующих углов и уравненными значениями координат определяемых пунктов;

— корреляционная матрица ошибок координат определяемых пунктов.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 3,5788 | -0,4731 | -1,756 | -0,061 |
| -0,4731 | 2,3295 | 0,2446 | 0,0412 |
| -1,756 | 0,2446 | 2,9114 | 0,2573 |
| -0,061 | 0,0412 | 0,2573 | 2,648 |



x=

**Вычисление корреляционных матриц ошибок**

**дирекционных углов и длин сторон сети.**

Дирекционные углы и длины сторон геодезической сети являются функциями координат:



Корреляционные матрицы их ошибок в уравненной сети вычисляются по формулам:



*F*α — матрица частных производных оцениваемых дирекционных углов;

*Fs* — матрица частных производных оцениваемых длин сторон сети.

Известно, что

, 

, ,

где и *—* модельные значения дирекционных углов и длин сторон проектируемой сети.

Производные , ,  и  равны

, 

, .

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Определяемые пункты | | | |
| Изм. | Жихарево | | Марково | |
|  |  |  |  |  |
| α51 | 0, | 0 | -0,4235 | -07546 |
| α52 | 0 | 0 | 0,3428 | -0,3426 |
| α43 | 0,5678 | -0,5673 | 0 | 0 |
| α42 | 09734 | 0,4536 | 0 | 0 |
| α45 | 0,4632 | -0,4256 | -0,2533 | 0,3527 |

### Матрица частных производных оцениваемых

### дирекционных углов (матрица *F*α):

**Матрица частных производных оцениваемых**

**длин сторон (матрица** *Fs***):**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Определяемые пункты | | | |
| Изм. | Жихарево | | Марково | |
|  |  |  |  |  |
| S51 | 0 | 0 | -34,25 | -35,43 |
| S52 | 0 | 0 | -23.44 | 76,38 |
| S42 | 45,45 | 37,54 | 0 | 0 |
| S43 | 23,45 | 43,26 | 0 | 0 |
| S45 | -64,53 | 54,16 | -34.56 | 32,34 |

После перемножения матриц  получим искомую корреляционную матрицу ошибок дирекционных углов :

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 0,5414 | 0,3007 | -0,1319 | -0,02 | 0,1519 |
| 0,3007 | 0,628 | 0,1568 | 0,0782 | -0,235 |
| -0,1319 | 0,1568 | 0,6979 | 0,1815 | 0,1206 |
| -0,02 | 0,0782 | 0,1815 | 0,7445 | 0,074 |
| 0,1519 | -0,235 | 0,1206 | 0,074 | 0,8055 |

После перемножения матриц  получим корреляционную матрицу ошибок длин сторон :

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 0,557835 | 0,007676 | -0,002272 | -0,004542 | 0,001327 |
| 0,007676 | 0,000300 | -0,000057 | -0,000205 | 0,000009 |
| -0,002272 | -0,000057 | 0,000135 | 0,000033 | 0,000002 |
| -0,004542 | -0,000205 | 0,000033 | 0,000212 | 0,000009 |
| 0,001327 | 0,000009 | 0,000002 | 0,000009 | 0,000062 |

# Определение средней квадратической ошибки единицы веса.

Имея заданную точность определения дирекционных углов и длин сторон сети, а также корреляционные матрицы их ошибок  и  можно подобрать такое максимальное значение μ***,*** которое доставит определяемым величинам заданную точность. Для этого в корреляционных матрицах  и  выбираются максимальные диагональные элементы. Заметим, что диагональные элементы этих матриц равны обратным весам оцениваемых дирекционных углов и длин сторон сети.

По формулам:

******; ******

вычисляются значения средней квадратической ошибки единицы веса.

Из двух значений μ выбирается наименьшее значение. В этих формулах  и  означают требуемые точности определения дирекционных углов и длин сторон сети.

Для данной сети имеем:

******=6,77*˝* =6,78˝

для средней квадратической ошибки единицы веса необходимо установить значение равное 6,78". Оно является максимально возможным из всех, которые могут доставить дирекционным углам и длинам сторон проектируемой сети требуемую точность.

# Определение случайной и систематической

# средних квадратических ошибок измерений.

За единицу веса принят вес измерения направлений. Известно, что угловые измерения сопровождаются случайными и систематическими ошибками. Поэтому среднюю квадратическую ошибку единицы веса представим в виде:

******,

где *m*Δ - средняя квадратическая случайная ошибка измерения направлений;

*m*δ - средняя квадратическая систематическая ошибка измерения направлений.

Влияние случайных ошибок ослабляется путем увеличения числа приемов. По экономическим соображениям число приемов ограничивается и доводится до определенного минимума, который позволяет свести случайные ошибки к пренебрегаемым величинам. Если , то влияние случайных ошибок на результаты измерений будет незначительным по сравнению с влиянием систематических ошибок. Определим случайную составляющую средней квадратической ошибки единицы веса. Для этого примем . Тогда:

.

Отсюда находим:

.

В развиваемой сети случайная составляющая средней квадратической ошибки единицы веса должна быть равной:

=2,14

Влияние систематических ошибок на точность измерений горизонтальных направлений в рассматриваемой сети не должно превосходить:



# Требования к точности прибора и числу приемов.

Величина определяет, с какой средней квадратической случайной ошибкой должны быть получены в результате многократных измерений элементы геодезической сети. Она позволяет установить для них предельные ошибки. Для установления значения  обычно назначают вероятности выполнения неравенства



равными:

**

где  — случайная ошибка среднего арифметического значения измеряемой величины.

Тогда предельные ошибки будут равны:

**

Предельные ошибки при проектировании измерений, как правило, определяются по формуле:

.

Проектируемая сеть является сетью триангуляции. Значения горизонтальных направлений на пунктах триангуляции могут быть получены в результате измерения горизонтальных углов способом круговых приемов (способ Струве) и способом во всех комбинациях (способ Шрейбера). Предельные ошибки значений горизонтальных углов, полученных в результате многократных измерений будут равны:

,

где — проектное значение средней квадратической случайной ошибки измерения горизонтальных углов.

Горизонтальные углы являются функциями равноточных направлений. Поэтому для рассматриваемой сети будем иметь:

=5,07



предельная ошибка измерения горизонтальных углов составит:

=4,53



Для обоснования требований к точности прибора и числу приемов рассмотрим величину:

,

где *m* — средняя квадратическая случайная ошибка измерений одним приемом, вычисляемая по результатам измерений (по формуле Бесселя).

Величина *T* является случайной. Она имеет распределение Стьюдента. Функция распределения по закону Стьюдента выражает вероятность того, что случайная величина *T* принимает по абсолютной величине значения меньшие заданного 

**.

Распределение Стьюдента зависит от числа степеней свободы *r*. Для измеряемых величин число степеней свободы определяется по формуле:

*r = n* – 1 ,

где *n* — количество приемов.

Приняв определенное значение γ и задавая степень свободы *r* по таблице Стьюдента можно найти . Ему должна соответствовать величина:

. ******

Отсюда следует:

.

Степень свободы подбирается такой, чтобы точность измерения одним приемом *m* и число приемов *n = r +* 1 были приемлемы при производстве наблюдений на пунктах сети.

По величине *m*определяется класс прибора, обеспечивающий данную точность измерений одним приемом:

*m*п *< m* ,

где *m*п — паспортное значение средней квадратической ошибки измерения одним приемом.

Значение γ должно назначаться примерно равным единице. Если взять, например, γ= 0,9 — то в десяти случаях из ста могут оказаться незамеченными измерения, для которых случайная ошибка среднего арифметического значения будет больше предельной, т.е. 10% некачественных измерений будут приняты в обработку. При γ = 0,99 только 1% некачественных измерений будет незамеченным. Обычно γпринимается равным 0,995; 0,997; 0,999.

Примем γ = 0,999. По таблице распределения Стьюдента для *r* = 2 находим = 31.6. Из выражения *r = n* – 1 определяем число приемов

*n* = *r* + 1 = 3.

Среднюю квадратическую ошибку измерения угла одним приемом вычислим по формуле

******.

Таким образом, чтобы получить значения горизонтальных углов с точностью *=3,03*", необходимо выполнить два приема. Причем точность измерения в приеме должна быть равной *m* = 0,42" . Средняя квадратическая ошибка измерения углов одним приемом теодолитом Т1 равна 1"; теодолитом Т2 — 2". Как видим, технические возможности приборов не могут обеспечить необходимую точность измерений.

Для *r* = 3 будем иметь

*n* = *r* + 1 = 4;

******.

требуемую точность измерений может обеспечить теодолит Т1.

Следовательно, значения горизонтальных углов с точностью  можно получить в результате измерений теодолитом Т1, выполняя измерения в 4-ре приема.

Для *r* = 5 будем иметь

n = r + 1 = 6;

.

требуемую точность измерений может обеспечить теодолит Т2.

Следовательно, значения горизонтальных углов с точностью  можно получить в результате измерений теодолитом Т2 выполняя измерения

# шестью приемами.

**Установление допуска на разброс измеренных значений.**

При известном числе наблюдений *n* и известной средней квадратической ошибке измерения одним приемом *m*п допустимое расхождение между приемами определяется равенством:

.

В проектируемой сети триангуляции измерение горизонтальных углов может выполняться как круговыми приемами, так и во всех комбинациях. Число круговых приемов при измерении теодолитами Т-05 и Т-1(ОТ-02М) должно быть 4 и 6 соответственно. Определим допустимое расхождение между приемами при измерении теодолитом **Т05**.

При надежности γ= 0,999 и числе приемов *n* = 4 из таблицы (приложение 3) имеем t0.999,4= 5,31 Величина размаха *Rp.n* будет равна:

mT-05= 0.8"

t0.999,4= 4,57

R0.999,4= t0.999,4 ∙ mT-05= 3,746"

Это значит, что при измерении горизонтальных углов теодолитом Т-05 четырьмя приемами в 99 случаях из 100 расхождение между приемами не должно превзойти 2,655".

При надежности γ= 0,999 и числе приемов *n* = 6 по таблице (приложение 3) находим t0.999,6= 5.62. Для теодолита **Т-1(ОТ-02М)** получим:

mT-1= 2.0"

t0.999,6= 4.54

R0.999,6= t0.999,6 ∙ mT-1= 6,44"

Следовательно, при измерении теодолитом Т-1(ОТ-02М) горизонтальных углов круговыми приемами в сети триангуляции расхождение между приемами не должно превосходить более 5.6".

Установим допуск для не замыкания горизонта при измерении углов круговыми приемами. При надежности γ= 0,999 и *n*=2 из таблицы (приложение 3) находим t0.999,2=4,65. Средние квадратические ошибки измерения углов в полу приемах теодолитами Т-05 и Т-1(ОТ-02М) соответственно равны:

,

.

Тогда: 

Таким образом, при измерении горизонтальных углов теодолитами Т-05 и Т-1(ОТ-02М) расхождение значений результатов наблюдений начального направления в начале и конце полприема не должно превышать 3.30" и 6.56" соответственно.

Горизонтальные углы с требуемой точностью могут измеряться и способом Шрейбера. Однако число приемов будет отличаться от числа круговых приемов. Установим допустимое расхождение между приемами при измерении горизонтальных углов во всех комбинациях. Сначала определим число приемов.

Число приемов во всех комбинациях определяется следующим образом. произведение числа приемов на количество направлений приравнивается к удвоенному числу круговых приемов

,

где *n*'— число приемов в способе Шрейбера;

*m —* число направлений;

*n* — число приемов в способе Струве.

в триангуляции это произведение при измерении углов теодолитом **Т-05** равно 8. В проектируемой сети планируются наблюдения 3-х направлений. Следовательно, необходимое число приемов составит:

n=8/3=3

Необходимые расчеты при надежности γ= 0,999 выполним в таблице:

|  |  |
| --- | --- |
| число направлений | 3 |
| Число приемов | 3 |
| Значение *tp.n* | 5.05 |
| Расхождение между приемами | 2,5" |

При измерении углов теодолитом **Т-1(ОТ-02М)** произведение составит 12

n=12/3=4

Необходимые расчеты при надежности γ= 0,999 приведены в таблице:

|  |  |
| --- | --- |
| число направлений | 2 |
| Число приемов | 3 |
| Значение *tp.n* | 5,53 |
| Расхождение между приемами | 4,5" |

**Установление допусков на невязки геометрических условий**.

Wдоп=2,5mw - определяет величину допустимой невязки.

Проектируемая сеть состоит из пяти пунктов (три исходных, два

определяемых) в ней планируется измерить 9 углов.

n- количество измеряемых углов - 9.

s- количество определяемых сторон -5.

m- количество определяемых пунктов - 2.

угловых условий- r1=n-s=9-5=4

- синусных условий r2=s-2m= 5-4=1

- общее число условий. rоб= r1+ r2=5

- проверка. r= n-2m=5

- условия фигур - 3

- условия дир. углов - 1

- условие базиса - 1

Всего -5

Установим для невязок допустимые значения; вычислим mw.

wl=βl+β2+β3 - 180° w1= -16”

w2=β4+β5 +β6 - 180° w2= -31”

w3=β7+β8+ β9 - 180" w3= +14”

w4=β1+β4+ β7 – (α21-α23) w4=-23”

S32 · sin2 · sin5 · sin8

w5= ――――――――― -S21 w5= -0,867

sin9 · sin6 · sin3

Таблица коэффициентов условных уравнений поправок. А

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | w |
| а1i | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | w1 |
| а2i | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | w2 |
| а3i | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | w3 |
| а4i | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | w4 |
| а5i | 0,675 | 0,789 | 0 | 0,678 | 0,457 | 0 | 0,762 | 0976 | 0 | w5 |

Среднее кв. значение невязок можно получить



**Определение необходимой точности учета систематических ошибок.**

Суммарное влияние систематических ошибок на точность измерений направлений не должны превышать mδ.

mδ- является результатом совокупного влияния приборных и внешних систематических ошибок, следовательно, при условии равного влияния должно выполняться равенство.

mпр2+ mвн2< mδ2-> mпр= mвн< mδ/√2=6.51/√2=4.60"

mпр - выражает совместное влияние ошибок прибора: погрешности в изготовлении, регулировка, юстировка отдельных узлов и деталей, на точность измерений.

mδ12*+* mδ22+к+ mδk2< mпр2

mδ12<mпр √к=4.60/√3÷5=2.06" ÷ 2.66"

Влияние каждого частного источника приборных ошибок в среднем не

должно превышать этой величины.

Во время угловых измерений существенным источником ошибок является влияние внешней среды (боковая рефракция, кручение и гнутие

геодезических сигналов, ошибки визирования, ошибки за центрировку и

редукцию). Ошибки, вызванные внешней средой, не должны превышать

mδk+12+ mδk+22+ к+ mδk+12< mвн2

Применяя принцип равного влияния, приходим к выводу, что ранее перечисленные систематические ошибки не должны превышать mεi< mвн/√t=4.60/√6=1.88"

**Установление точности определения элементов приведения.**

В проектируемой сети поправки за центрировку и редукцию должны быть получены со средними квадратическими ошибками менее 1.88". Минимальная длина стороны сети равна 2079,929м. Следовательно, линейные элементы приведения должны определяться с точностью,

равной mλ= mλ1= mсs/√2p"Sin(M+Ө)=1.88\*2079,929/√2\*206265=13 мм.

Точность определения угловых элементов приведения зависит от величины линейного элемента. Для значений √ и √1, равных 50см, 30см, 20см, и 10см имеем:

mӨ= mӨ1 = mcs/√2 λ Sin(M+Ө)= 1.88\*2079,929/√2\*0,5м=26΄

mӨ = mӨ1 = mcs/√2 λ Sin(M+Ө)= 1.88\*2079,929/√2\*0,3м=45΄

mӨ = mӨ1 = mcs/√2 λ Sin(M+Ө)= 1.88\*2079,929/√2\*0,2м=1.14°

mӨ = mӨ1 = mcs/√2 λ Sin(M+Ө)=1,88\*2079,929/√2\*0,1м=2.28°

Такие точности может обеспечить графический способ определения

элементов приведения.

При цене деления уровня т=8" и высоте h=20м. будем иметь:

х= τ"h/ρ"=8\*20000/206265=1.5мм.

В равностороннем треугольнике радиус описанной окружности в два раза

больше радиуса вписанной. Как видим, графический метод обеспечивает

определение линейных элементов приведения с требуемой точностью.

Предельное значение, для вероятности 0,95 будем иметь:

(Δs)пред=3 mλ√3=27мм.

# Технические указания на производство геодезических работ

Выполненные расчеты являются основой для разработки технических указаний на выполнение полевых работ по развитию специальной геодезической сети.

В технических указаниях отражается:

1. Краткая физико-географическая характеристика района работ;
2. Схема сети, требования к центрам пунктов и наружным знакам;
3. Приборы, выполняемые поверки и исследования, требования к ним;
4. Методики измерений, число приемов, допуски на размах варьирования результатов измерений и величину невязок геометрических условий;
5. Требования к определению элементов приведений;
6. Меры по ограничению влияний систематических ошибок.

Работу выполнила студентка 2152 группы \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Рябцевой Н.С.