БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ ТРАНСПОРТНЫХ КОММУНИКАЦИЙ

КАФЕДРА “ГЕОДЕЗИИ ИАЭРОКОСМИЧЕСКИХ ГЕОТЕХНОЛОГИЙ”

ОТЧЕТ

по лабораторной работе №1 “Классическая обработка многократных измерений одной величины”

по дисциплине “Теория математической обработки геодезических измерений”

Вариант 11

Выполнил:

ст.гр.31401123

Подсуконный Д.Г.

Проверил: Будо А. Ю.

Минск

2025

ВВЕДЕНИЕ

В геодезической практике все величины разделяются на измеренные и вычисленные, то есть полученные путем вычислений как функции измеренных величин. Результат измерения в геодезии представляет собой именованное число.

По точности результаты измерений делят на равноточные и неравноточные. О равноточности или неравноточности результатов судят по полученным из опыта критериям точности. Основным критерием точности измерений по существующим государственным стандартам является средняя квадратическая погрешность, которая позволяет определить относительную точность – вес измерения.

Существенной особенностью производства геодезических работ является наличие избыточных измерений. При измерении одной одномерной величины (длина, направление и др.) необходимым, для однозначного определения, является одно измерение, остальные будут избыточными. Избыточные измерения позволяют производить математическую обработку результатов измерений одной величины с целью получения её наиболее надежного значения, а также средней квадратической погрешности этого измерения. Однако основной задачей математической обработки измерений одной величины является получение наилучшего приближения вероятного значения величины к её истинному значению и оценка качества измерений.

Обработка многократных измерений одной величины является основой всех других способов обработки и поэтому требует тщательного и всестороннего изучения. Теоретический анализ показывает, что основные проблемы при данной обработке связаны с количеством измерений, степенью незнания закона распределения погрешностей результатов измерений и степенью влияния мешающих параметров. Это деление достаточно условно, так как все они достаточно тесно связаны между собой.

**Цель работы:** обработать результаты равноточных и неравноточных измерений, выполнить задачу эталонирования.

Исходными данными для работы является превышение h между двумя точками, измеренное N раз при разном количестве штативов n в каждом измерении.

Таблица 1- Исходные данные

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| h | | n | |
| |  | | --- | | 11.350  9.335  11.435  11.660  11.408  12.213  12.300  12.109  11.852  12.518  11.661  11.147  10.370  12.193  10.730  11.506  11.460  9.982  10.240  11.050  12.976  10.930  11.942  13.645  12.248  11.867  12.387  11.990  14.070  11.162  11.096  10.712  12.513  12.269  11.317  11.331  11.061  12.715  12.824  11.247  12.030  13.130  11.791  13.550  11.437  12.274  12.005  12.607  11.651  13.273  12.132  12.491  14.138  13.300  11.228  13.029  10.633  12.242  11.440  10.764  11.357  13.710  11.283  12.008 | | |  | | --- | | 10.992  11.175  11.758  13.593  12.467  13.532  12.742  11.694  11.492  15.243  13.119  12.124  12.051  12.692  11.763  11.202  11.923  11.814  12.350  10.867  13.695  10.224  10.632  11.609  10.991  12.626  12.268  12.352  11.233  10.424  13.002  12.514  12.188  11.539  13.068  12.471  12.388  13.958  12.933  12.258  12.718  12.310  12.662  11.809  9.592  10.839  12.413  13.905  12.347  12.167  11.962  12.067  13.118  10.894  12.398  13.425  11.099  14.093  12.519  10.984  12.736  11.281  12.190  9.812 | | |  | | --- | | 1  8  4  1  5  10  4  8  11  8  15  8  14  8  11  1  13  4  3  15  15  8  6  14  14  3  11  11  5  2  13  15  2  9  7  12  14  12  8  11  11  9  2  9  2  10  12  3  7  15  5  9  9  1  7  2  1  1  13  11  15  14  9  6 | | |  | | --- | | 10  5  5  4  7  11  13  13  15  11  1  8  5  13  14  14  11  14  13  10  11  13  11  5  13  12  10  9  3  15  6  5  1  6  12  5  3  5  13  3  10  2  13  2  9  3  8  15  7  9  14  2  11  8  8  8  11  8  9  13  1  10  13  12 | |  | |

Значение вероятности принимается равным P = 1 – q, где уровень значимости q = № варианта / 100.

Ход работы

Вычисляем уровень значимости и значение вероятности

q = = 0.11,

P = 1-0.11 = 0.89.

**1.1. Равноточные измерения одной величины**

Последовательность обработки будет следующей:

Вычисляют среднее арифметическое в качестве оценки математического ожидания измеренных превышений:

h̅ = = 12.004922. (1.1)

Вычисляют оценку стандарта в виде средней квадратической погрешности (СКП) по формуле Бесселя:

m = = 1.022700. (1.2)

Вычисляют оценку среднего арифметического:

M = = 0.090395. (1.3)

Определяется значение квантиля t распределения Стьюдента для доверительной вероятности P при количестве степеней свободы r = N – 1. P=0.89 , N=128 , r=127 , тогда :

t = СТЬЮДРАСПОБР(q⋅2;r) = 1.232605. (1.4)

Поскольку для нахождения истинного значения измеряемой величины используются интервальные оценки, то для вычисления нижней границы интервала истинного значения превышения необходимо воспользоваться формулой:

(1.5)

а для верхней границы соответственно

(1.6)

Определяют величины и , для оценки теоретического значения стандарта:

= ХИ2ОБР(1–q/2;r) = 102.613790, (1.7)

= ХИ2ОБР(q/2;r) = 153.456826. (1.8)

После этого вычисляют коэффициенты:

= = 0.909722, (1.9)

и

= = 1.112497. (1.10)

После этого для истинного значения стандарта вычисляют нижнюю и верхнюю границы:

0.930373 (1.11)

1.137751 (1.12)

Аналогичным образом рассчитывают доверительный интервал для СКП среднего арифметического:

0.082234 (1.13)

0.100564 (1.14)

**1.2. Неравноточные измерения одной величины**

Наилучшей оценкой математического ожидания для неравноточных измерений является среднее взвешенное или общая арифметическая середина, которую можно вычислить по формуле:

12.018858 (1.15)

Вес измерения при нивелировании может быть задан как pi=1/ni, где ni– количество штативов в i-той секции.

Определяют СКП единицы веса по формуле Бесселя:

μ = = 0.423472. (1.16)

Определяют точность(СКО) средневзвешенного:

= = 0.081248. (1.17)

Истинные значения h2 для нижней и верхней границ соответственно:

(1.18)

(1.19)

Нижняя и верхняя границы истинного значения μист (СКП единицы веса) находятся по формулам:

(1.20)

(1.21)

Нижнюю и верхнюю границы истинного значения mh2,ист находятся по формулам:

0.073913, (1.22)

(1.23)

**1.3. Задача эталонирования**

В случаях, когда необходимо определить точность прибора и есть эталон измеряемой величины (компаратор), производят N измерений эталона и вычисляют истинные погрешности, считая значение эталона равным истинному значению.

. (1.24)

Для оценки точности прибора используем формула Гаусса:

m = = 1.019319. (1.25)

Полученная СКП характеризует точность прибора.

Значимость грубых ошибок может быть оценена по правилу трёх сигм (правило Райта): все измерения выходящие за интервал

(1.26)

Систематическое влияние считается значимым при невыполнении неравенства:

-*tt.* (1.27)

Вычисляют оценку среднего арифметического:

= = 0.087579. (1.28)

где – СКП, вычисленная по формуле (1.25) для ряда без грубых ошибок.

При невыполнении неравенства (1.27) вычисляют новый ряд, свободный от систематического влияния =Δi–Δ, а оценку точности вычисляют по формуле Бесселя:

*m* = = 0.983075. (1.29)

**ВЫВОД**

Таким образом, в ходе лабораторной работы я изучил, а также обработал результаты равноточные, неравноточные измерений, выполнил задачу эталонирования. При обработке равноточных и неравноточных измерений определил наиболее вероятные оценки искомых величин. С помощью этих данных построил доверительный интервал, который при каждом измерении имеет свое определенное значение. Доверительный интервал с заданной вероятностью накрыл истинное значение измеренной величины.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Большаков В.Д. Теория ошибок наблюдений: Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. М., Недра, 1983. – 223 с.

2. Большаков В.Д., Маркузе Ю.И. Практикум по теории математической обработки геодезических измерений: Учебное пособие для вузов. – М.: Недра, 1984. – 352 с.

3. Чеботарёв А.С. Способ наименьших квадратов с основами теории вероятностей. Издательствогеодезическойлитературы, 1958. – 610 с.

4. Leick A. Adjustment Computations. – Department of Spatial Information Science and Engineering. University of Maine, 1980. – 245 p.

5. Leick A., Humphrey D. Adjustments with examples. – University of Maine, 1986

6. Дегтярёв А.М. Вероятностно-статистические методы в геодезии. Конспект лекций. – Новополоцк: ПГУ, 2005. – 208 с.

7. Михелев, Д.Ш. Геодезические измерения при изучении деформаций крупных инженерных сооружений / Д.Ш. Михелев, И.В. Рунов, А.И. Голубцов. – М., «Недра», 1977, 152 с.