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 6

Выполнил:

ст.гр.31405123

Коваленко А. В.

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 | |
| |  | | --- | | 7.592  7.439  6.829  5.244  7.094  8.123  8.620  6.484  7.402  8.011  6.348  8.885  8.152  5.067  9.075  8.489  7.300  6.083  8.257  6.823  8.441  8.431  5.581  5.220  6.983  6.193  7.014  6.013  9.181  5.077  8.211  6.956  6.998  5.774  8.036  5.757  6.538  6.306  7.491  8.058  5.775  5.753  5.927  7.025  6.986  6.953  7.904  5.332  7.490  6.387  8.743  7.045  9.439  8.061  5.955  6.465  7.415  7.211  8.112  6.827  4.789  6.139 | | |  | | --- | | 6.151  6.425  4.781  7.335  5.380  6.750  5.335  6.754  6.987  6.900  6.194  4.301  7.274  6.544  7.305  6.485  7.962  7.467  7.334  7.743  6.550  8.607  7.297  6.117  7.318  5.724  4.273  6.234  6.145  6.124  6.931  7.883  7.174  8.094  5.522  6.916  6.974  7.229  7.150  7.654  6.825  8.049  7.954  9.541  5.763  6.090  5.893  8.903  6.223  7.833  7.009  8.309  7.032  4.898  4.592  6.808  8.547  5.256  6.807  7.489  7.520 | | |  | | --- | | 13  5  6  15  11  4  6  6  12  9  7  15  1  3  1  12  6  14  10  10  1  11  3  9  12  13  4  15  4  5  6  8  13  11  14  9  3  12  10  3  13  9  15  1  5  10  5  14  4  1  10  14  7  11  12  7  14  9  5  3  7  13 | | |  | | --- | | 4  5  5  4  14  15  2  1  3  7  8  3  11  1  3  6  15  12  2  7  8  4  15  5  7  15  15  10  15  7  8  11  11  8  7  5  6  11  7  5  9  11  4  1  3  15  5  12  2  14  9  6  6  15  13  6  8  14  8  6  14 | |  | |

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

Ход работы

Вычисляем уровень значимости и значение вероятности

q==0.06,

P=1-0.06=0.94.

**1.1. Равноточные измерения одной величины**

Последовательность обработки будет следующей:

Вычисляют среднее арифметическое в качестве оценки математического ожидания измеренных превышений:

h̅ = = 6.92660976. (1.1)

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

m= =1.13465821. (1.2)

Вычисляют оценку среднего арифметического:

M = =0.10230869. (1.3)

Определяется значение квантиля t распределения Стьюдента для доверительной вероятности P при количестве степеней свободы r = N – 1. P=0.94, N=123 , r=122 , тогда :

t=СТЬЮДРАСПОБР(q⋅2;r)=1.56573876. (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)= 94.35697328, (1.7)

=ХИ2ОБР(q/2;r)= 153.02243515. (1.8)

После этого вычисляют коэффициенты:

==0.89289905, (1.9)

и

== 1.13708496. (1.10)

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

1.01313524 (1.11)

1.29020278 (1.12)

Аналогичным образом рассчитывают доверительный интервал для СКП среднего арифметического:

0.09135133 (1.13)

0.11633367 (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:

7.12153443 (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 = =0.54732262. (1.16)

Определяют точность(СКО) средневзвешенного:

= =0.10834229. (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:

0.09673873 (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= =1.13144246. (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:

= = 0.10243599 (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*== 1.13465831 (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 определял наиболее вероятные оценки искомых величин. С помощью этих данных строил доверительный интервал, который при каждом измерении имеет свое определенное значение. Доверительный интервал с заданной вероятностью накрывал 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.