1. **Обработка материалов нивелирования по квадратам**

Цель работы: усвоить методику обработки результатов нивелирования по квадратам.

**1.1 Общие сведения**

Задачей нивелирования поверхности по квадратам является составление крупномасштабного топографического плана местности. Размеры квадратов в зависимости от сложности рельефа могут быть от нескольких десятков до сотен метров. Если сторона квадрата менее 100 м с одной станции снимают серию вершин квадратов. Одновременно выполняют съемку ситуации.

**1.2 Исходные данные**

Исходные данные для расчетно-графической работы являются:

– полевой журнал нивелирования поверхности по квадратам,

– отметки реперов.

**1.3 Методические указания по выполнению работы**

Обработка журнала нивелирования поверхности по квадратам

Для облегчения вычислений обработку можно вести в табличной форме (таблица 1) по следующей схеме:

1) исходные данные записывают в графы 1–5;

2) вычисляют превышения (графы 6 и 7) по формуле:

**h = З – П,**

где З и П – отчеты по рейкам на заднюю и переднюю точку.

1. hч =1712–0828=884

hк =6396–5508=888 **hср =**886

2.hч =1646–1581=65

hк =6328–6261=67 **hср =**66

3.hч =0713–1225=512

hк =5397–5911=514 **hср**=513

4.hч =0731–1161=430

hк =5415–5845=430 **hср= 430**

3) если расхождение в превышениях определенных по черным и красным отчетам не превышает 5 мм, вычисляют среднее превышение (графы 8 и 9).

4) находят невязку в превышениях, пользуясь формулой для замкнутого хода

**fh = ∑hср,**

где **∑**hср – сумма средних превышений.

Допустимая невязка для нивелирования поверхности

**f h доп = ±10 мм√n,**

где n – количество станций.

Если полученная невязка не превышает допустимую величину, то она распределяется на средние превышения с обратным знаком.

fh=886+66–513–430=9 мм

fh доп = ±10 мм√n = ±20 мм; fh<fh доп

Таблица 1 Нивелирование поверхности

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № станции | № пикетов | Отсчеты | | | Превышения, мм | | Средние превышения, мм | | Горизонтальное проложение, м | Отметки, м | |
|  |  | задние | передние | промежуточные | + | - | + | - |  | |  |
| 1 | 1  А | 1712  6396 | 0828  5508 | 1119  1055  0921  1002  1094 | 884  888 |  | *+2*  886  **888** |  | 94,052  94,054  94,056 | | 92,340  92,935  92,999  93,133  93,052  92,96  93,228 |
| 2 | А  В | 1646  6328 | 1581  6261 | 1525  1854  1214 | 65  67 |  | +2  66  **68** |  | 94,874  94,875  94,877 | | 93,228  93,35  93,021  93,661  93,296 |
| 3 | В  С | 0713  5397 | 1225  5911 | 1014  0687  0925  1413 |  | 512  514 |  | +2  -513  **511** | 94,009  94,01  94,01 | | 93,296  92,996  93,323  93,085  92,597  92,785 |
| 4 | С  1 | 0731  5415 | 1161  5845 | 1060  1869  1205  1480  1278 |  | 430  430 |  | *+3*  430  **427** | 93,516  93,508  93,501 | | 92,785  92,448  91,693  92,303  92,028  92,23  92,340 |

5) вычисление отметок точек (графа 11):

отметки связующих точек вычисляют последовательно от известной отметки начального репера по формуле:

**Нn=Нn-1+h ср испр,**

где Нn и Нn-1 – отметки связующих точек,

h ср испр – исправленное превышение между этими точками.

Н1=92340

Н2=92340+888=93228

Н3=93228+68=93296

Н4=93296–511=92785

Проверка: Н1=92785–427=92340

1. ГИ=92340+1712=94052

ГИ=93228+828=94,056 ГИср=94,054

2. ГИ=93228+1646=94,874

ГИ=93296+1581=94,877 ГИср=94,875

3. ГИ=93296+713=94,009

ГИ=92785+1225=94,01 ГИср=94,01

4. ГИ=92785+731=93516

ГИ=92340+1161=93501 ГИср=93,508

Для определения отметок промежуточных точек предварительно определяется горизонт прибора:

**Нi = ГИ – аi,**

где аi – отсчет по рейке на рассматриваемую точку;

ГИ – горизонт инструмента на данной станции.

1. Н=94,054–1119=92,935

Н=94,054–1055=92,999

Н=94,054–0921=93,133

Н=94,054–1002=93,052

Н=94,054–1094=92,96

2. Н=94875–1525=93,35

Н=94875–1854=93021

Н=94875–1214=93661

3. Н=94,01–1014=92996

Н=94,01–687=93323

Н=94,01–925=93085

Н=94,01–1413=92597

4. Н=93,508–1060=92,448

Н=93,508–1869=91,639

Н=93,508–1205=92,303

Н=93,508–1480=92,028

Н=93,508–1278=92,23

Построение и оформление плана

На чертежной бумаге формата А4 в масштабе М 1:1000 строят сетку квадратов, около вершин которых выписывают из журнала отметки с округлением до 0,01 м. Положение горизонталей определяют интерполированием с помощью кальки или треугольника и линейки.

Горизонтали проводят через 0,25 м, кратные 1 м подписывают (верх цифр в сторону повышения ската). Ситуацию показывают соответствующими условными знаками.

Для большей наглядности следует построить графики уклонов или углов наклона. Для этого на вертикальной линии через равные промежутки проставляют значения уклонов (или вертикальных углов), а на горизонтальных линиях против значений этих уклонов (вертикальных углов) откладывают в масштабе плана заложения **d** между соседними горизонталями, соответствующими этим уклонам (вертикальным углом) и вычисленные по формулам:

**i= h /d**

где h – высота сечения рельефа;

i – уклон;

h=0,25

d =10, i=0,25/10=0,025 м

d =25, i=0,25/25=0,01

d =35, i=0,25/35=0,007

d =40, i=0,25/40=0,006

Полученные точки соединяют плавной кривой. Для определения уклона линии нужно взять измерителем с плана ее значения и приложив его к графику уклонов, определить, какому уклону оно соответствует. Образец оформления плана приведен на рисунке 1.

**2. Проектирование горизонтальной площадки**

Цель работы: усвоить методику построения картограммы земляных работ и определения объемов выемки и насыпи.

**2.1 Общие сведения**

Одной из основных частей генерального плана является проект вертикальной планировки застраиваемой территории. Проектирование горизонтальной или наклонной плоскости по заданному уклону производится при планировке орошаемых земель, при устройстве площадок фундаментов под оборудование, при составлении проектов планировки населенных пунктов.

**2 Исходные данные**

Исходными данными является планы местности, полученные в результате обработки материалов нивелирования по квадратам.

**2.3 Методические указания по выполнению работы**

Расчет объемов и построение картограммы земляных работ ведется в следующей последовательности:

1. из условия нулевого баланса земляных работ находят проектную отметку горизонтальной площадки:

**Н пр=∑Н i/n,**

где H i – отметки вершин квадратов;

n – количество точек;

Н1=(93,32+93,09+92,60+93,00)/4=93,00

Н2=(93,09+92,79+92,33+92,60)/4=92,70

Н3=(92,79+92,45+92,03+92,33)/4=92,4

Н4=(92,45+91,64+92,30+92,03)/4=92,10

Н5=(93,00+92,60+93,66+93.30)/4=93,14

Н6=(92,60+92,33+93,05+93,66)/4=92,91

Н7=(92,33+92,03+92,96+93,05)/4=92,60

Н8=(92,03+92,30+92,94+92,96)/4=92,55

Н9=(93,30+93,66+93,35+93,02)/4=93,33

Н10=(93,66+93,05+93,23+93,35)/4=93,32

Н11=(93,05+92,96+93,13+93,23)/4=93,09

Н12=(92,96+92,94+93,00+93,13)/4=93

Нпр=92,85

1. вычисляют рабочие отметки:

**h раб= Н i – Н пр,**

1. h раб=92,85–93,32=-0,47

h раб=92,85–93,09= -0,24

h раб=92,85–92,60=0,25

h раб=92,85–93=-0,15

2. h раб=92,85–93,09=-0,24

h раб=92,85–92,79=0,06

h раб=92,85–92,33=0,52

h раб=92,85–92,60=0,25

3. h раб=92,85–92,79=0,06

h раб=92,85–92,45=0,4

h раб=92,85–92,03=0,82

h раб=92,85–92,33=0,52

4. h раб=92,85–92,45=0,4

h раб=92,85–91,64=1,21

h раб=92,85–92,30=0,55

h раб=92,85–92,03=0,82

5. h раб=92,85–93,00=-0,15

h раб=92,85–92,60=0,25

h раб=92,85–93,66=-0,81

h раб=92,85–93,30=-0,45

6. h раб=92,85–92,60=0,25

h раб=92,85–92,33=0,52

h раб=92,85–93,05=-0,2

h раб=92,85–93,66=-0,81

7. h раб=92,85–92,33=0,52

h раб=92,85–92,03=0,82

h раб=92,85–92,96=-0,11

h раб=92,85–93,05=-0,2

8. h раб=92,85–92,03=0,82

h раб=92,85–92,30=0,55

h раб=92,85–92,94=-0,09

h раб=92,85–92,96=-0,11

9. h раб=92,85–93,30=-0,45

h раб=92,85–93,66=-0,81

h раб=92,85–93,35=-0,5

h раб=92,85–93,02=-0,17

10. h раб=92,85–93,66=-0,81

h раб=92,85–93,05=-0,2

h раб=92,85–93,23=-0,28

h раб=92,85–93,35=-0,5

11. h раб=92,85–93,05=-0,2

h раб=92,85–92,96=-0,11

h раб=92,85–93,13=-0,28

h раб=92,85–93,23=-0,38

12. h раб=92,85–92,96=-0,11

h раб=92,85–92,94=-0,09

h раб=92,85–93,00=-0,15

h раб=92,85–93,13=-0,28

1. на тех сторонах квадратов, где рабочие отметки имеют противоположные знаки, определяют точки нулевых работ (рисунок 2).

Согласно рисунку 2 расстояние до точки нулевых работ будет:

**x = h в  D / (h в+ h н),**

**y = h н  D / (h в+ h н),**

**x + y = D,**

где x и y – расстояния от точки нулевых работ до вершин квадратов;

D – сторона квадрата;

h в и h н – рабочие отметки (соответственно высота насыпи и глубина выемки).

1. x =0,15/(0,15+0,25)\*40=15

у=0,25/(0,25+0,15)\*40=25

2. x =0,24 /(0,25+0,24)\*40=19,6

у=0,25 /(0,24+0,25)\*40=20,4

3. x =0,25/(0,25+0,81)\*40=9,4

у=0,81/(0,25+0,81)\*40=30,5

4. x =0,52/(0,2+0,52)\*40=28,8

у=0,2/(0,2+0,52)\*40=11,11

5. x =0,82/(0,82+0,11)\*40=35,27

у=0,11/(0,82+0,11)\*40=4,73

6. x =0,55/(0,55+0,09)\*40=34,38

у=0,09/(0,55+0,09)\*40=5,62

7. x =0,24/(0,24+0,06)\*40=32

у=0,06/(0,24+0,06)\*40=8

8. x =0,24/(0,24+0,12)\*40=26,67

у=0,12/(0,24+0,12)\*40=13,33

9. x =0,39/(0,39+0,04)\*40=36,28

у=0,04/(0,39+0,04)\*40=3,72

10. x =0,02/(0,01+0.02)\*40=26,67

у=0,01/(0,01+0.02)\*40=13,33

11. x =0,27/(0,27+0,09)\*40=30

у=0,09/(0,27+0,09)\*40=10

Полученные точки соединяют в линию нулевых работ, отделяя зоны выемки (hраб<0) и насыпи (hраб>0). Зону выемки штрихуют. Полученные данные оформляют в виде картограммы земляных работ (рисунок 3);

1с использованием картограммы подсчитывают объемы земляных работ, представляя результаты расчета в табличной форме (таблица 2).

Таблица 2 Подсчет объемов земляных работ

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №фигур | Площадь  фигур | ср. рабочая отметка | | Объем работ | |
| «+» | «–» | Насыпи «+» | Выемки «–» |
| 1 | 1345 |  | 0,172 |  | 231,34 |
| 2 | 255 | 0,08 |  | 20,4 |  |
| 3 | 313,6 |  | 0,08 |  | 25,08 |
| 4 | 1286,4 | 0,166 |  | 213,54 |  |
| 5 | 1600 | 0,45 |  | 720 |  |
| 6 | 1600 | 0,745 |  | 1192 |  |
| 7 | 118,75 | 0,08 |  | 9,5 |  |
| 8 | 1481,25 |  | 0,282 |  | 417,7 |
| 9 | 767,8 | 0,192 |  | 147,8 |  |
| 10 | 832,2 |  | 0,2525 |  | 209,7 |
| 11 | 316,8 |  | 0,07 |  | 22,17 |
| 12 | 1283 | 0,335 |  | 429,8 |  |
| 13 | 207 |  | -0,5 |  | 10,35 |
| 14 | 1393 | 0,342 |  | 476,4 |  |
| 15 | 1600 |  | 0,482 |  | 771,2 |
| 16 | 1600 |  | 0,472 |  | 755,2 |
| 17 | 1600 |  | 0,242 |  | 387,2 |
| 18 | 1600 | 0,157 |  | 251,2 |  |

Vcр=(∑++∑-)/2= (2345.06+2019.42)/2=2182.24

n=(∑+ - ∑-)/Vcр=(2345.06–2019.42)/2182.24=0,15

Для этого каждую полученную геометрическую фигуру (треугольник, трапеция, пятиугольник) нумеруют и определяют ее площадь.

Средняя рабочая отметка вычисляется по значениям рабочих отметок вершин:

**h ср = Σ h i /n,**

где hi – рабочие отметки вершин фигур,

n – количество вершин фигуры.

1.h ср = (-0,47–0,24–0,15+0+0)/5=-0,172

2.h ср =(0+0+0,25)/3=0,08

3.h ср =(0+0+-0,24)/3=-0,08

4.h ср =(0+0+0,25+0,52+0,06)/5=0,166

5.h ср =(0,06+0,4+0,82+0,52)/4=0,45

6.h ср =(0,4+1,21+0,55+0,82)/4=0,745

7.h ср =(0+0+0,25)/3=0,08

8.h ср =(-0,15–0,45–0,81+0+0)/5=-0,282

9.h ср =(0,25+0,52+0+0)/4=0,1925

10.h ср =(-0,81–0,2+0+0)/4=-0,2525

11.h ср =(-0,2–0,11+0+0)/4=-0,07

12.h ср =(0+0+0,52+0,82)/4=0,335

13.h ср =(-0,11–0,09+0+0)/4=-0,05

14.h ср =(0,82+0,55+0+0)/4=0,342

15.h ср = – (0,45–0,81–0,5–0,17)/4= -0,482

16.h ср =(-0,81–0,2–0,38–0,5)/5= -0,472

17.h ср =(-0,2–0,11–0,28–0,38)/4=-0,472

18.h ср =(-0,11–0,09–0,15–0,28)/4=0,157

Объем земляных работ для каждой фигуры вычисляется по формуле:

**Vраб = S  h ср,**

где S – площадь фигуры.

Вычисление площадей фигур S, м2

1. S=1600–255=1345

1. S=25\*20,4/2=255
2. S=19.6\*32/2=313.6
3. S=1600–313.6=1286.4
4. S=1600
5. S=1600
6. S=9.5\*25/2=118.75
7. S=1600–118.75=1481.25
8. S=(28.89+9.5)/2\*40=767.8
9. S=1600–767.8=832.2
10. S=(11.11+4.73)/2\*40=316.8
11. S=1600–316.8=1283.2
12. S=(4.73+5,62)/2\*40=207
13. S=1600–207=1393
14. S=1600
15. S=1600
16. S=1600
17. S=1600

Вычисление объема работ Vраб, м3

1. Vраб= 1345\* – 0,172=-231,34
2. Vраб=255\*0,08=20,4
3. Vраб=313,6\* – 0,08=-25,08
4. Vраб=1286,4\*0,166=213,54
5. Vраб= 1600\*0,45=720
6. Vраб=1600\*0,745=1192
7. Vраб= 118,75\*0,08=9,5
8. Vраб=1481,25\* – 0,282=-417,7
9. Vраб=767,8\*0,192=147,8
10. Vраб= 832,2\* – 0,252=-209,7
11. Vраб=316,8\* – 0,07=-22,17
12. Vраб=1283,2\*0,335=429,8
13. Vраб=207\* – 0,05=-10,35
14. Vраб=1393\*0,342=476,4
15. Vраб=1600\* – 0,482=-771,2
16. Vраб=1600\* – 0,472=-755,2
17. Vраб=1600\* – 0,242=-387,2
18. Vраб=1600\*0,157=251,2

**Библиография**

1 Баканова В.В. и др. Практикум по геодезии. М.: Недра, 1983, стр. 332–354.

2 Шестюков А.Д., Баканова А.И. Справочное пособие по геодезическим работам при возведении гидротехнических сооружений. М.: Недра, 1990, стр. 96–98.

3 Ганьшин В.Н., Хренов Л.С. Таблицы для разбивки круговых и переходных кривых. М.: Недра, 1985.