Государственное образовательное учреждение

Высшего профессионального образования.

"Петербургский государственный университет путей сообщения министерства путей сообщения Российской Федерации"

(**ПГУПС)**

Кафедра "Инженерная геодезия"

**Контрольная работа**

По дисциплине "**Инженерная геодезия**"

**Техническое нивелирование железнодорожной трассы**

Выполнил: студент III курса,

Шифр 08 - СЖДц - 602

Бобров Евгений Викторович

Проверил:

Санкт - Петербург 2010.

Задание:

В журнале нивелирования вычислить превышения, используя отсчёты по чёрным и красным сторонам реек, вычислить средние превышения и отметки связующих точек, выполнить постраничный контроль.

Определить невязку нивелирного хода и уровнять его. Вычислить отметки горизонта инструмента для станций, имеющих промежуточные точки и по ним найти отметки этих точек.

Вычислить элементы железнодорожной кривой и пикетажные значения главных её точек.

Построить продольный профиль оси железнодорожной трассы, используя отметки земли из журнала нивелирования. Нанести на него проектную линию, вычислить проектные отметки бровки земляного полотна и рабочие отметки. Нанести на продольный профиль железнодорожную кривую и подписать её численные характеристики.

Нарисовать схему железнодорожной кривой.

**Исходные данные:**

Из таблицы 2.1 по первой букве фамилии и последней цифре шифра выбираем индивидуальные исходные данные (Бобров Е.В.08-СЖДц-602):

Отметки начального и конечного реперов НРп16=22,775м., НРп37=24,387м.

Номера начального и конечного пикетов трассы ПКнач=ПК1, ПКкон=ПК11;

Угол поворота трассы У = 12°26′ поворот влево;

Радиус кривой R =1200 м.;

Длина переходной кривой *l* = 120 м.;

Пикетажное положение вершины угла поворота ПКву = 6 + 15, 20;

Дирекционный угол начального направления трассы αнач = 48°05′;

Поперечник на ПК16.

**Журнал технического нивелирования**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номера станций | Номера точек | Отсчёты по рейкам, мм. | | | Превышения, мм. | | Средние превышения, мм. | | Отметки горизонта инструмента, м. | Отметки, м. | | Примечания |
| Задние | Передние | Проме-жуточные | **+** | **-** | **+** | **-** | Вычис-ленные | Уравнен-ные |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 1 | Рп16ПК1 | 05865369 | 20056790 |  |  | 14191421 |  | 1420 |  | 22,775+321,355 | 22,77521,358 | Рп16ПК1 |
| 2 | ПК1ПК2 | 06525432 | 27887572 |  |  | 21362140 |  | 2138 |  | +619,217 | 19,223 | ПК1ПК2 |
| 3 | ПК2ПК3 | 05155298 | 28787661 |  |  | 23632363 |  | 2363 |  | +916,854 | 16,863 | ПК2ПК3 |
| 4 | ПК3ПК4 | 09515735 | 27267507 |  |  | 17751772 |  | 1774 |  | +1215,081 | 15,092 | ПК3ПК4 |
| 5 | ПК4+75ПК5 | 17496532 | 14366219 | 0518 | 313313 |  | 313 |  | 16,841 | +1515,384 | 16,32315,408 | ПК4+75ПК5 |
| 6 | ПК5ПК6 | 27607543 | 05735355 |  | 21872188 |  | 2188 |  |  | +1817,581 | 17,599 | ПК5ПК6 |
| Постраничный контроль | | 43122 | 53510 |  | 5001 | 15389 | 2501 | 7695 |  | 17,581 - 22,775 = - 5, 194 |  |  |
| -5194 | | -5194 | | -5194 | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 7 | ПК6  +65  ПК7 | 2653  7436 | 1011  5796 | 2890 | 1642  1640 |  | 1641 |  | 20,252 | +21  19,222 | 17,599  17,362  19,243 | ПК6  ПК7 |
| 8 | ПК7  +40  ПК8 | 2780  7562 | 0390  5171 | 0632 | 2390  2391 |  | 2391 |  | 22,023 | +24  21,613 | 21,391  21,637 | ПК7  ПК8 |
| 9 | ПК8  ПК9 | 2688  7469 | 0743  5526 |  | 1945  1943 |  | 1944 |  |  | +27  23,557 | 23,584 | ПК8  ПК9 |
| 10 | ПК9  +60  ПК10 | 1693  6477 | 1320  6103 | 2704 | 373  374 |  | 374 |  | 25,277 | +30  23,930 | 22,573  23,961 | ПК9  +60  ПК10 |
| 11 | ПК10  ПК11 | 1935  6717 | 1403  6185 |  | 532  532 |  | 532 |  |  | +33  23,462 | 24,496 | ПК10  ПК11 |
| 12 | ПК11  Рп37 | 1775  6558 | 1886  6670 |  |  | 111  112 |  | 112 |  | +36  24,351 | 24,387 | ПК11  Рп37 |
| Постраничный контроль | | 55743 | 42204 |  | 13762 | 223 | 6881 | 112 |  | 24,351-19,222  = | Постраничный контроль | |
| 6770 | | 6770 | | 6770 | | 6770 |
| Общий контроль | | 98865 | 95714 |  | 18763 | 15612 | 9382 | 7806 |  | 22,775-24,351 =  1,576 | Общий контроль | |
| 1576 | | 1576 | | 1576 | |

**Обработка журнала технического нивелирования трассы**

Вычисление превышений между связующими точками [6], [7]:

*hч = aч - bч; hкр = aкр - bкр,*

где ач, акр - отсчёты по чёрной и красной сторонам задней рейки;

bч, bкр - отсчёты по чёрной и красной сторонам передней рейки.

1.0586 - 2005 = - 1419

2.5369 - 6790 = - 1421

3.0652 - 2788 = - 2136

4.5432 - 7572 = - 2140

5.0515 - 2878 = - 2363

6.5298 - 7661 = - 2363

7.0951 - 2726 = - 1775

8.5735 - 7507 = - 1772

9.1749 - 1436 = 0313

10.6532 - 6219 = 0313

11.2760 - 0573 = 2187

12.7543 - 5355 = 2188

13.2653 - 1011 = 1642

14.7436 - 5796 = 1640

15.2780 - 0390 = 2390

16.7562 - 5171 = 2391

17.2688 - 0743 = 1945

18.7469 - 5526 = 1943

19.1693 - 1320 = 0373

20.6477 - 6103 = 0374

21.1935 - 1403 = 0532

22.6717 - 6185 = 0532

23.1775 - 1886 = - 0111

24.6558 - 6670 = - 0112

Из превышений hч и hкр вычисляем средние превышения hср [8], [9]:

*hср= (hч + hкр) /2*

1. (-1419 + (-1421)) /2 = - 1420

2. (-2136 + (-2140)) /2 = - 2138

3. (-2363 + (-2363)) /2 = - 2363

4. (-1775 + (-1772)) /2 = - 1774

5. (0313 +0313) /2 = 0313

6. (2187 +2188) /2 = 2188

7. (1642 +1640) /2 = 1641

8. (2390 +2391) /2 = 2391

9. (1642 +1640) /2 = 1641

10. (1945 +1943) /2 = 1944

11. (373 +374) /2 = 374

12. (-111 + (-112)) /2 = - 112

Вычисляем последовательно отметки связующих точек [11]:

*Hi = Hi-1 + hср,*

где Hi - отметка последующей связующей точки;

Hi-1 - отметка предыдущей связующей точки;

hср - среднее превышение между связующими точками, м.

1.22,775 + (-1,420) = 21,355

2.21,355 + (-2,138) = 19,217

3.19,217 + (-2,363) = 16,854

4.16,854 + (-1,774) = 15,080

5.15,080 + 0,313 = 15,393

6.15,393 + 2,188 = 17,581

7.17,581 + 1,641 = 19,222

8.19,222 + 2,391 = 21,613

9.21,613 + 1,944 = 23,557

10.23,557 + 0,374 = 23,931

11.23,931 + 0,532 = 24,463

12.24,463 + (-0,112) = 24,351

Приступаем к постраничному контролю вычислений, используя формулу:

(*∑а - ∑b) /2 = ∑h/2 ∑hср = Нк - Нн,*



где ∑а - сумма всех задних отсчётов [3];

∑b - сумма всех передних отсчётов [4];

∑h - алгебраическая сумма вычисленных превышений [6], [7];

∑hср - сумма всех средних превышений [8], [9];

Нк, Нн, - отметки конечной и начальной точек на данной странице журнала [11]. Первая страница:

(43122 - 53510) /2 = (5001 - (-15389)) /2 ≡ 2501 + (-7695) = 17,581 - 22,775 = - 5194 мм = - 5194 мм - 5194 мм = - 5, 194 м;



Вторая страница:

(55743 - 42204) /2 = (13762 + (-223)) /2 6882 + (-112) = 24,351 - 17,581 = 6770 мм = 6770 мм 6770 мм = 6,770 м;



**Определяем невязку нивелирного хода:**

*fh = HРп кон выч - HРп кон исх,*

где HРп кон выч - отметка конечного репера, полученная из вычислений;

HРп кон исх - исходная отметка этого репера [12] (из исходных данных);

*fh = ∑hср - (HРп кон исх - HРп нач исх),*

где ∑hср - сумма средних превышений по всему ходу,

HРп нач исх - исходная отметка начального репера.

fh = ∑hср - (HРп кон исх - HРп нач исх) = 1,576 - (24,387 - 22,775)

= - 0,036,HРп кон выч = HРп кон исх + fh = - 0,036 + 24,387 = 24,351 м

Сравниваем фактическую невязку нивелирного хода с допустимой невязкой, мм, *│fh│ ≤ fh доп = 50√L,* где L - длина хода км.

│fh│ = │-36мм│ < fh доп = 50√1 = 50мм,

**Вычисляем поправки в отметки связующих точек:**

*δHi = - (fh/n),*

где n - число станций в нивелирном ходе,

i - порядковый номер станции.

δH1 (ПК1) = - (-36/12) ·1 = +3 мм; δH2 (ПК2) = - (-36/12) ·2 = +6 мм;

δH3 (ПК3) = - (-36/12) ·3 = +9 мм; δH4 (ПК4) = - (-36/12) ·4 = +12 мм;

δH5 (ПК5) = - (-36/12) ·5 = +15 мм; δH6 (ПК6) = - (-36/12) ·6 = +18 мм;

δH7 (ПК7) = - (-36/12) ·7 = +21 мм; δH8 (ПК8) = - (-36/12) ·8 = +24 мм;

δH9 (ПК9) = - (-36/12) ·9 = +27 мм; δH10 (ПК10) = - (-36/12) ·10 = +30 мм;

δH11 (ПК11) = - (-36/12) ·11 = +33 мм;

δH12 (ПК12) = - (-36/12) ·12 = +36 мм.

**Уравненные отметки точек:**

*Hiурав = Hiвыч + δHi*

НПК1уравн = 21,355 + 0,003 = 21,358 м;

НПК2уравн = 19,217 + 0,006 = 19,223 м;

НПК3уравн = 16,854 + 0,009 = 16,863 м;

НПК4уравн = 15,081 + 0,012 = 15,092 м;

НПК5уравн = 15,384 + 0,015 = 15,408 м;

НПК6уравн = 17,581 + 0,018 = 17,599 м;

НПК7уравн = 19,222 + 0,021 = 19,243 м;

НПК8уравн = 21,613 + 0,024 = 21,637 м;

НПК9уравн = 23,557 + 0,027 = 23,584 м;

НПК10уравн = 23,931 + 0,030 = 23,961 м;

НПК11уравн = 24,463 + 0,033 = 24,496 м;

НПК12уравн = 24,351 + 0,036 = 24,387 м;

Вычисляем отметки горизонта инструмента для всех станций, где есть промежуточные точки:

*HГИ = Hiуравн + аiч*

И для контроля:

*HГИ = Hi+1уравн + bi+1ч,*

где Hiуравн, Hi+1уравн - уравненные отметки соответственно задней и передней точек на данной станции,

аiч, bi+1ч - отсчёты на заднюю и переднюю точки по чёрным сторонам реек.

Результаты записываем в журнал [10].

**Отметки промежуточных точек:**

*Hi = HГИ - Сi,*

где Сi - отсчёт по рейке на промежуточной точке.

№5.HГИ = H4уравн + а4 ч = 15,092 + 1,749 = 16,841 м.

Контроль: HГИ = H5уравн + b5ч = 15,408 + 1,436 = 16,844 м.

Отметка промежуточной точки ПК4 + 75

HПК4+75 = HГИ - СПК4+75 = 16,841 - 0,518 = 16,323 м.

№7.HГИ = H6уравн + а6 ч = 17,599 + 2,653 = 20,252 м.

Контроль: HГИ = H7уравн + b7ч = 19,243 + 1,011 = 20,254 м.

Отметка промежуточной точки ПК6 + 65

HПК6+65 = HГИ - СПК6+65 = 20,252 - 2,890 = 17,362 м.

№8.HГИ = H7уравн + а7 ч = 19,243 + 2,780 = 22,023 м.

Контроль: HГИ = H8уравн + b8ч = 21,637 + 0,390 = 22,027 м.

Отметка промежуточной точки ПК7 + 40

HПК7+40 = HГИ - СПК7+40 = 22,023 - 0,632 = 21,391 м.

№10.HГИ = H9уравн + а9 ч = 23,584 + 1,693 = 25,277 м.

Контроль: HГИ = H10уравн + b10ч = 23,961 + 1,320 = 25,281 м.

Отметка промежуточной точки ПК7 + 40

HПК9+60 = HГИ - СПК9+60 = 25,277 - 2,704 = 22,573 м.

# Расчёт железнодорожной кривой

Элементы круговой и переходной кривой рассчитывают по формулам:

*T = R∙tg (У/2)*

*К = π∙R∙У˚/180˚*

*Б = R (sec (У/2) - 1)*

*Д = 2Т - К*

*m = ½ l (1 - l2/120R2)*

*p = l2/24R (1 - l2/112R2)*

*Tp = p∙tg (У/2)*

*Бр = р∙sec (У/2)*

*Др = 2Тр - 2 (0,5l - m)*

Ведомость расчёта кривой (кривая (поворот влево))

Исходные данные:

*Угол поворота трассы У = 12°26′ поворот влево;*

*Радиус кривой R =1200 м.;*

*Длина переходной кривой l = 120 м.;*

*Пикетажное положение вершины угла поворота ПКВУ = 6+15, 20*

Элементы кривых:

Круговой:

Т = 1200∙tg (12°26′/2) = 130,71 м,

K = 3.14∙1200∙12,4333°/180° = 260,40 м,

Д = 2∙130.71 - 260,4 = 1,02м,

Б = 1200 (sec (12°26′/2) - 1) = 7,098 м;

Переходной:

m= ½120*·* (1-1202/ (120·12002)) =60м, (сдвижка начала кривой по оси абсцисс)

Тр = p·tg (У/2) = 0,5·tg (12°26′/2) = 0,054 м,

Бр = p·sec (У/2) = 0,5·sec (12°26′/2) = 0,50 м,

Др = 2Тр - 2 (0,5*l* - m) = 2·0,054 - 2· (0,5·120 - 60) = 0,108 м;

Сдвижка по оси ординат Тс:



p = 1202/ (24·1200) · (1 - 1202/ (112·12002)) = 0,50 м

\*Полученные значения элементов кривой совпадают со значениями из таблиц для разбивки кривых на железных дорогах [Д.И. Власова, В.Н. Логинова (стр. 191)].



Суммированные значения Тс, Кс, Дс, Бс:

Тангенс суммированный:

Тс = Т + Тр + m = 130,71 + 0,054 + 60 = 190,764 м

Длина железнодорожной кривой:

Кс = К + *l =* 260,40 + 120 = 380,4 м

Домер суммированный:

Дс = Д + Др = 1,02 + 0,108 = 1,128 м

Биссектриса суммированная:

Бс = Б + Бр = 7,098 + 0,50 = 7,598 м

Контроль:

2Тс - Кс = Дс; 2·190,764 - 380,40 = 1,128 м

**Вычисление пикетажного положения главных точек кривой:**

|  |  |
| --- | --- |
| ВУ | ПК6 + 15, 20 |
| -Тс | 1 90,764 |
| НК | 4 + 24,436 |
| +Кс | 3 80,40 |
| КК | 8 + 04,836 |
| НК | 4 + 24,436 |
| +Кс/2 | 1 90, 20 |
| СК | 6 + 14,636 |

Вычисление пикетажа. Контроль:

|  |  |
| --- | --- |
| ВУ | ПК6 + 15, 20 |
| +Тс | 1 90,764 |
|  | 8 05,964 |
| -Дс | 1,128 |
| КК | 4 + 23,308 |
| ВУ | ПК6 + 15, 20 |
| -Дс/2 | 0,564 |
| СК | 6 + 14,636 |

Вычисление пикетажа:

ПКнк = ПКву - Тс = 615,20 - 190,764 = 424,436 м

ПКкк = ПКнк + Кс = 424,436 + 380,40 = 804,836 м

ПКск = ПКнк + Кс/2 = 424,436 +190,20 = 614,636 м

Контроль:

ПКнк = ПКву + Тс = 615,20 + 190,764 = 805,964 м

ПКкк = ПКнк - Дс = 424,436 - 1,128 = 423,308 м

ПКск = ВУ + Дс/2 = 615,20 - 0,564 = 614,636 м

**Вычисление уклонов каждого участка проектной линии:**

*i = h/d,*

где h - превышение между конечными точками этого участка, отсчитываемое по шкале высот; d - длина участка проектной линии.

iI = hI/dI = 3м/300м = - 0,01 = - 10 ‰, iII = hII/dII = 0м/300м = 0 ‰,

iIII = hIII/dIII = 4,8м/400м = 0,012 = +12 ‰;

Проектные отметки бровки земляного полотна для всех пикетов и плюсовых точек трассы.

*H′i = H′i-1 + i + d,*

где H′i - проектная отметка последующей точки трассы;

H′i - 1 - проектная отметка предыдущей точки трассы;

i - уклон; d - горизонтальное расстояние между точками.

H′ПК1 = 21,00 м; H′ПК4 = H′ПК1 + i·d = 21,00 - 0,01·300 = 18,00 м;

H′ПК7 = 18,00 м; H′ПК11 = H′ПК7 + i·d = 18,00 + 0,012·400 = 22,80 м;

H′ПК2 = H′ПК1 + i·d = 21,00 - 0,01·100 = 20,00 м;

H′ПК3 = H′ПК2 + i·d = 20,00 - 0,01·100 = 19,00 м;

H′ПК4 = H′ПК2 + i·d = 19,00 - 0,01·100 = 18,00 м; => H′ПК5,6,7 = 18,00 м;

H′ПК6+65 = H′ПК6 + i·d = 18,00 + 0,012·65 = 18,78 м;

H′ПК7+40 = H′ПК7 + i·d = 18,00 + 0,012·40 = 18,48 м

H′ПК8 = H′ПК7 + i·d = 18,00 + 0,012·100 = 19,20 м, или

H′ПК8 = H′ПК7+65 + i·d = 18,78 + 0,012·35 = 19,20 м;

H′ПК9 = H′ПК8 + i·d = 19,20 + 0,012·100 = 20,40 м;

H′ПК9+60 = H′ПК8 + i·d = 21,60 + 0,012·60 = 22,32 м;

H′ПК10 = H′ПК9 + i·d = 20,40 + 0,012·100 = 21,60 м;

H′ПК11 = H′ПК10 + i·d = 20,60 + 0,012·100 = 22,80 м;

Общий контроль:

Н'кон - Н'нач = ∑ i∙d = ∑ h = 22,80 - 21,00 = - 0,01∙300 + 0∙300 + 0,012∙400

1,8 м = 1,8 м

**Рабочие отметки (**высоты насыпей и глубины выемок):

НРi = Н'I - Hi,

где Н'I, Hi - проектная отметка и отметка земли в данной точке.

НПК1 = 21,00 - 21,36 = - 0,64 м;

НПК2 = 20,00 - 19,22 = 0,78 м;

НПК3 = 19,00 - 16,86 = 2,14 м;

НПК4 = 18,00 - 15,92 = 2,08 м;

НПК4+75 = 18,00 - 16,32 = 1,68 м;

НПК5 = 18,00 - 15,41 = 2,59 м;

НПК6 = 18,00 - 17,60 = 0,40 м;

НПК6+65 = 18,78 - 17,36 = 1,42 м;

НПК7 = 18,00 - 19,24 = - 1,24 м;

НПК7+40 = 18,48 - 21,39 = - 2,91 м;

НПК8 = 19,20 - 21,64 = - 2,44 м;

НПК9 = 20,40 - 23,58 = - 3,18 м;

НПК9+60 = 22,32 - 22,57 = - 0,25 м;

НПК10 = 21,60 - 23,96 = - 2,36 м;

НПК11 = 22,80 - 24,50 = - 1,7 м;

Вычисление и контроль элементов участка трассы и профиля.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Направление | α | Контроль | |
| Углы поворота | |
| Управ | Улев |
| αн | 48°05′ | - |  |
| ±У1 | -12°26′ | - | 12°26′ |
| αпр | 35°39′ | - |  |
| ±У2 |  | - |  |
| αк | 35°39′ | - |  |

∑Управ = - ∑Улев = 12°26′αк - αн = - 12°26′∑Управ - ∑Улев = - 12°26′

Проверка общей длины трассы.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Длины участков трассы, м | | | |
| прямых | кривых | площадок | уклонов |
| 424,436 | 380,4 | 300 | 300 |
| 195,164 |  |  | 400 |
| ∑пр = 619,60 | ∑кр =380,4 | ∑пл =300 | ∑укл =700 |

∑пр + ∑кр = 1000,00 м∑пл + ∑укл = 1000,00 м

Длина участка трассы: Sобщ = ПКкон - ПКнач = 1000,00 м

Проверка разности проектных отметок

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Длина уклонов  d, м | Уклоны  i, ‰ | | Превышения  h, м | | Отметки  Н, м |
| **+** | **-** | **+** | **-** |
| 300 |  | 0,01 |  | 3,00 |  |
| 400 | 0,012 |  | 4,80 |  |  |
|  |  |  |  |  | Нк=22,80 |
|  |  |  |  |  | Нн=21,00 |
|  |  |  | ∑ (+h) =4,80 | ∑ (-h) =3,00 | Нк - Нн= =1,80 |
|  |  |  | ∑h = 1,80 | |