Число, месяц \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Место работы \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Начало работы \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Погода \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Окончание работы \_\_\_\_\_\_\_ Наблюдатель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ станции** | **№ пикета** | **Отчет по рейке** | | | **превышение** | | **Среднее превышение** | | **Горизонт прибора і** | **Отметка, Н** |
| **задние** | **передние** | **промежуточные** | **По черной стороне** | **По красной стороне** | **Среднее +** | **исправленн** |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| І | Rр1 | 2364  7062 |  |  |  |  |  |  | 827,188 | 824,824 |
| +30 |  |  | 3640 |  |  |  |  |  | 823,548 |
| +40 |  |  | 1824 |  |  |  |  |  | 825,364 |
| ПК 1 |  | 1536  6234 |  | +828 | +828 | +828  +2 | +0,836 | 826,9 | 825,66 |
| ІІ | ПК 1 | 3970  8672 |  |  |  |  |  |  |  | 825,66 |
| +60 |  |  | 1840 |  |  |  |  |  | 825,06 |
| ПК 2 |  | 0282  4984 |  | +3688 | +3688 | 3688  +8 | +3,696 |  | 829,629 |
| ІІІ | ПК 2 | 3854  8552 |  |  |  |  |  |  | 833,483 | 829,643 |
| +70 |  |  | 1300 |  |  |  |  |  | 832,183 |
| +80 |  |  | 1924 |  |  |  |  |  | 831,559 |
| ПК 3 |  | 0620  5322 |  | 3234 | +3230 | +3232  +8 | +3,240 |  | 832,869 |
| IV | ПК 3 | 1174  5872 |  |  |  |  |  |  | 831,695 | 832,869 |
| +80 |  |  | 1530 |  |  |  |  |  | 830,165 |
| ПК 4 |  | 2178  6876 |  | -1004 | -1004 | -1004  +8 | -1,012 |  | 831,857 |
| V | ПК 4 | 0264  4966 |  |  |  |  |  |  | 831,959 | 831,857 |
| Л+10 |  |  | 2240 |  |  |  |  |  | 829,719 |
| Л+24 |  |  | 1308 |  |  |  |  |  | 830,651 |
| Л+50 |  |  | 3460 |  |  |  |  |  | 828,499 |
| П+14 |  |  | 3173 |  |  |  |  |  | 828,786 |
| П+30 |  |  | 3660 |  |  |  |  |  | 828,299 |
| Л+50 |  |  | 208 |  |  |  |  |  | 831,751 |
| ПК 5 |  | 0942  5640 |  | -678 | -678 | -678  +8 | 0,668 |  | 831,189 |
| VІ | ПК 5 | 2610  7312 |  |  |  |  |  |  |  | 831,189 |
| ПК 6 |  | 0772  5470 |  | +1838 | +1842 | +1840  +8 | +1,856 |  | 833,045 |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** |
| VІІ | ПК 6 | 0168  4868 |  |  |  |  |  |  | 833,213 | 833,045 |
| +80 |  |  | 1520 |  |  |  |  |  | 831,693 |
| ПК 7 |  | 3810  8510 |  | -3642 | -3650 | -3646  +8 | -3,638 |  | 829,407 |
| VІІІ | ПК 7 | 0776  5478 |  |  |  |  |  |  |  | 829,407 |
| ПК 8 |  | 3712  8410 |  | -2936 | -2932 | -2934  +8 | -2,926 |  | 826,481 |
| ІХ | ПК 8 | 0552  5250 |  |  |  |  |  |  |  | 826,431 |
| ПК 9 |  | 3250  7948 |  | -2698 | -2698 | -2698  +8 | -2,690 |  | 823,791 |
| Х | ПК 9 | 3775  8472 |  |  |  |  |  |  |  | 823,791 |
| ПК 10 |  | 0102  4800 |  | +3673 | +3672 | +3672  +8 | +3,680 |  | 827,741 |
| ХІ | ПК 10 | 3854  8552 |  |  |  |  |  |  |  | 827,741 |
| ПК 11 |  | 0216  4914 |  | +3638 | +3638 | +3638  +8 | +3,646 |  | 831,177 |
| ХІІ | ПК 11 | 1802  6500 |  |  |  |  |  |  |  | 831,177 |
| +15 |  |  | 1020 |  |  |  |  |  | 831,959 |
| Rр2 |  | 0340  5042 |  | 1462 | 1450 | 1460  +8 | 1,468 |  | 832,324 |

∑зад = 106719

∑пер = 91910

∑пер = +7404

∑пт = +7,5

fh = ∑hср – ∑пт = 7404 – 7,5 = 7397

fh доп.= 50 мм

8 дәріс. Техникалық нивелирлеу

Техникалық нивелирлеу 1:500–1:5 000 масштабтардағы Топографиялық түсірістердің биіктік негіздеулерін құру мақсатымен, сондай-ақ барлау, жобалау және әр түрлі инженерлік құрылыстарды салу үшін жасалынады.

Топографиялық түсірістердің биіктік негіздеуін жасағанда техникалық нивелирлеу жүрісінің ұзьндығы жер бедері қимасының берілген биіктігіне байланысты болады (8-кесте).

Нивелирлеу бір бағытта орындалады. Рейкалар бойынша есептеулер тек қана орта жіптен алынады. Әдеттегі екі жақты рейкаларды қолданғанда станциядағы жұмыс атқару реті төмендегідей болады:

1) артқы рейканың қара және қызыл жақтарынан есептеулер алу;

2) алдыңғы рейканың қара және қызыл жақтарынан есептеулер алу.

Жұмыс кезінде бір жақты рейкаларды да қолдануға болады. Бұл жағдайда станциядағы жұмыс атқару реті мынадай болуы тиіс:

1) артқы рейкадан есептеу;

2) алдыңғы рейкадан есептеу;

3) нивелирдің горизонтын 10 см-ден артық шамаға өзгерту;

4) қайтадан алдыңғы рейкадан есептеу;

5) қайтадан артқы рейкадан есептеу.

Станциядағы салыстырмалы биіктіктің айырмашылығы екі немесе бір жақты рейкаларды қолданғанда 5 мм-ден аспауы тиіс.

Жүрістердегі қиыспаушылық ±50√L мм-ден аспауы тиіс, мұндағы L – жүрістің км-лік ұзындығы.

Барлау траншеясының трассасын нивелирлеу кезіндегі станциядағы жұмыс атқару ретін қарастырып көрелік. Нивелирді шамамен *N:* 0 пикет пен R10байланыстыру нүктелерінен бірдей қашықтыққа орналастырады; ал байланыстыру нүктелеріне екі жақты рейкаларды қояды. Аспапты жұмыс жағдайына келтіріп, дүрбіні соңғы нүктеге нысаналайды да рейканың қара жағынан 0902 (1) (8-кесте) есептеуін алады, содан кейін дүрбіні алдыңғы нүктеге нысаналап, рейканың қара жағынан 1731(2) есептеуін алады. Есептеулерді нивелирлеу журналына енгізеді. Осыдан кейін рейкашылар рейкаларының қызыл жақтарын бақылаушыға қарай айналдырады, бұл кезде бақылаушы 6418(3) және 5587(4) есептеулерін алады. Қара 0902–1731=829(5) және қызыл 5587–6418=–831(6) есептеулерінін айырымы +4 мм-ден аспауы тиіс. Енді салыстырмалы биіктіктің 1 мм-ге дейін дөңгелектеніп алынған (-830 мм) орташа мәні 7-графаға жазылады.

Бұдан кейін артқы рейкашы № 1 пикетке, ал бақылаушы 2-станцияға көшеді, № 0 пикетте тұрған рейкашы рейканың қара жағын нивелирге қарай бұрады. Нивелирді горизонталь жағдайға келтіргеннен кейін рейканың қара жақтары бойынша есептеулер алынады; ал соңғы 0509(7) және алдыңғы 2532(8) рейкалардың қызыл жақтарын бақылаушыға қаратқаннан кейін, бақылаушы 721(9) және 5198(10) есептеулерін алады. Осыдан кейін салыстырмалы биіктікті қара 0509–2532 =–2023 және қызыл 5198–7219=–2021 есептеулермен шығарады да, айырмашылығы +4 мм-ден аспайтынына көзі жеткеннен кейін орташа салыстырмалы биіктік –2022-ні тауып, оны 7-графаға жазады. Одан кейін № 0 пикетте тұрған рейкашы +26 аралық нүктеге көшіп, оған рейканы қойып, қара жағын нивелирге бұрады. Бақылаушы рейкадан 0929(11) есептеуін алады. Аралық нүктеден (+26) рейкашы № 2 пикетке көшеді, бақылаушы нивелирді 3-станцияға апарады, ал № 1 пикетте тұрған рейкашы рейканың қара жағын бақылаушыға бұрады және т. с. с. жалғаса береді.

Әр станциядағы жұмыс салыстырмалы биіктікті есептеп шығарумен және оларды 8-кестенің 7-графасына жазумен аяқталады. Бақылаушы есептеулер мен есептеп шығарулардың дұрыстығына көзі жеткенде ғана станцияны тастап кетеді.

1. 3-графаға артқы рейканың қара және қызыл жақтары бойынша алынған барлық есептеулердің қосындысын ∑3 жазады да, оларды *а* әрпімен белгілейді.

2. Алдыңғы рейкадан дәл осылай алынған барлық есептеулердің қосындысын ∑4-графаға жазып, оны bәрібімен белгілейді.

3. Рейкалардың қара және қызыл жақтарының көмегімен алынған салыстырмалы биіктікті есептеп шығарады

 ;  (1)

Салыстырмалы биіктіктің айырмашылығы қос рейканың тақаларының айырымын есепке алғанда 10 мм-ден аспауы тиіс, яғни

 (2)

4. Онан әрі салыстырмалы биіктіктің орташа мәнін анықтайды

 (3)

5. Әр беттік тексеруді орындағаннан кейін төменгі шарт орындалуы керек:

 (4)

6. Әр беттік тексеру біткен соң жүрістің қиыспаушылығын есептеп шығаруға кіріседі. Егер нивелирлік жүріс тұрақты геодезиялық биіктік нүктелерінің – реперлердің арасында салынған болса, онда нивелирлеуден алынған салыстырмалы биіктіктерінің қосындысы ∑h0 соңғы Hс және бастапқы Hреперлердің биіктік белгілерінің айырымына те» болуы тиіс

 (5)

Осы жағдайдағы қиыспаушылық

 (6)

Егер нивелирлеу екі нивелирмен жүргізілген болса, онда бірінші нивелирмен алынған салыстырмалы биіктіктерінің қосындысы ∑h01 екінші нивелирмен алынған салыстырмалы биіктіктерінің қосындысына ∑h02 тең болуы тиіс, яғни ∑h01 =∑h02, демек, қиыспаушылық

Егер нивелирлеу тура және кері жүрістермен жасалса, онда тура жүрістің салыстырмалы биіктіктерінің қосындысының ∑h0.T. абсолют шамасы кері жүрістің салыстырмалы биіктіктерінің қосындысының кері шамасына ∑h тең болуы керек, яғни

 (7)

Бұл жағдайда қиыспаушылық мынаған тең болады:

 (8)

Тұйықталған нивелирлік жүрісте салыстырмалы биіктіктердің косындысы (∑h0=0) нөлге тең болуы тиіс, сонда жүрістің қиыспаушылығы

 (9)

7. Егер фактіге негізделген қиыспаушылық ƒh мүмкін қиыспаушылықтан кем болса (ƒh≤ƒhm), онда фактіге негізделген қиыспаушылықты ƒh жүрістің барлық салыстырмалы биіктіктеріне тепе-тең етіп кері таңбамен бөледі, яғни салыстырмалы биіктікке мынадай түзету енгізіледі:

 (10)

Түзетулер 1 мм-ге дейін дөңгелектенеді.

8. Түзетілген салыстырмалы биіктіктер мына формуламен есептеліп шығарылады:

 (11)

9. Түзетілген салыстырмалы биіктіктер бойынша байланыстыру нүктелерінің биіктік белгілерін мына формуламен есептеп шығаруға кіріседі:

 (12)

мұндағы *Hn* –нүктенің есептеліп шығарылатын биіктік белгісі; Hn-1 – жүрістің бұрынғы нүктесінің биіктік белгісі, hc,1 – нүктелердің арасындағы түзетілген салыстырмалы биіктік.

10. Биіктік белгілерді есептеп шығарудың дұрыстығын тексеру мынадай формуламен жасалады

 (13)

11. Барлық байланыстыру нүктелерінің биіктігін анықтағаннан кейін аспаптың горизонттарын есептеп шығаруға кіріседі, бұл жағдай тек қана аралық (полюстік) және көлдене» нүктелері бар станциялар үшін жасалуы тиіс. Мұнда аспаптың горизонтын мына формула бойынша табады

 (14)

мұндағы *3 —* артқы рейканың қара жағы бойынша алынған есептеу.

Аралық нүктелердің биіктік белгілерін аспаптың горизонтының биіктік белгісінен тиісті аралық нүктеге қойылған рейканың қара жағынан алынған есептеуді алып тастау арқылы табады, яғни

 (15)

Осылайша көлденең профильдің нүктелерінің биіктік белгілерін есептеп шығарады.

1 кесте

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Станция нөмірі | Пикеттің нөмірі | Рейкадағы есептер | | | Салыстырмалы биіктік, м | Орташа салыстырмалы биіктік, м | Аспап горизонты, м | Абсолюттік биіктік, м |
| Артқы | Алдыңғы | Аралық |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | Rі | 0902(1) |  |  |  |  |  | 810,763 |
|  | 5587(4) |  |  | -829(5) |  |  |  |
|  |  | 1731(2) |  | -831(6) | -830 |  |  |
| 0 |  | 6418(3) |  |  |  |  | 809,933 |
| 2 | 0 | 0509(7) |  |  |  |  | 810,442 | 809,933 |
| 26 | 5198(10) |  | -0929(11) | -2023 |  |  | 809,513 |
|  |  | 2532(8) |  | -2021 | -2022 |  |  |
| 1 |  | 7219(9) |  |  |  |  | 807,911 |
| 3 | 1 | 1412 |  |  |  |  |  | 807,911 |
|  | 6098 |  |  | -523 |  |  |  |
|  |  | 1935 |  | -524 | -524 |  |  |
| 2 |  | 6622 |  |  |  |  | 807,387 |
| 4 | 2 | 0813 |  |  |  |  | 808,200 | 807,387 |
| 60 | 5501 |  | -2712 | -1134 |  |  | 805,488 |
|  |  | 1947 |  | -1132 | -1133 |  |  |
| 3 |  | 6633 |  |  |  |  | 806,254 |
| 5 | 3 | 0987 |  |  |  |  |  | 806,254 |
|  | 5671 |  |  | -355 |  |  |  |
|  |  | 1342 |  | -359 | -357 |  |  |
| 4 |  | 6030 |  |  |  |  | 805,897 |
| 6 | 4 | 2541 |  |  |  |  |  | 805,897 |
|  | 7228 |  |  | +569 |  |  |  |
|  |  | 1972 |  | +570 | +570 |  |  |
| 5 |  | 6658 |  |  |  |  | 806,467 |

Число, месяц \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Место работы \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Начало работы \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Погода \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Окончание работы \_\_\_\_\_\_\_ Наблюдатель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ станции** | **№ пикета** | **Отчет по рейке** | | | **превышение** | | **Среднее превышение** | | **Горизонт прибора і** | **Отметка, Н** |
| **задние** | **передние** | **промежуточные** | **По черной стороне** | **По красной стороне** | **Среднее +** | **исправленн** |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| І | Rр1 | 2364  7062 |  |  |  |  |  |  | 827,188 | 824,824 |
| +30 |  |  | 3640 |  |  |  |  |  |  |
| +40 |  |  | 1824 |  |  |  |  |  |  |
| ПК 1 |  | 1536  6234 |  |  |  |  |  |  |  |
| ІІ | ПК 1 | 3970  8672 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| +60 |  |  | 1840 |  |  |  |  |  |  |
| ПК 2 |  | 0282  4984 |  |  |  |  |  |  |  |
| ІІІ | ПК 2 | 3854  8552 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| +70 |  |  | 1300 |  |  |  |  |  |  |
| +80 |  |  | 1924 |  |  |  |  |  |  |
| ПК 3 |  | 0620  5322 |  |  |  |  |  |  |  |
| IV | ПК 3 | 1174  5872 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| +80 |  |  | 1530 |  |  |  |  |  |  |
| ПК 4 |  | 2178  6876 |  |  |  |  |  |  |  |
| V | ПК 4 | 0264  4966 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Л+10 |  |  | 2240 |  |  |  |  |  |  |
| Л+24 |  |  | 1308 |  |  |  |  |  |  |
| Л+50 |  |  | 3460 |  |  |  |  |  |  |
| П+14 |  |  | 3173 |  |  |  |  |  |  |
| П+30 |  |  | 3660 |  |  |  |  |  |  |
| Л+50 |  |  | 208 |  |  |  |  |  |  |
| ПК 5 |  | 0942  5640 |  |  |  |  |  |  |  |
| VІ | ПК 5 | 2610  7312 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ПК 6 |  | 0772  5470 |  |  |  |  |  |  |  |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** |
| VІІ | ПК 6 | 0168  4868 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| +80 |  |  | 1520 |  |  |  |  |  |  |
| ПК 7 |  | 3810  8510 |  |  |  |  |  |  |  |
| VІІІ | ПК 7 | 0776  5478 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ПК 8 |  | 3712  8410 |  |  |  |  |  |  |  |
| ІХ | ПК 8 | 0552  5250 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ПК 9 |  | 3250  7948 |  |  |  |  |  |  |  |
| Х | ПК 9 | 3775  8472 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ПК 10 |  | 0102  4800 |  |  |  |  |  |  |  |
| ХІ | ПК 10 | 3854  8552 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ПК 11 |  | 0216  4914 |  |  |  |  |  |  |  |
| ХІІ | ПК 11 | 1802  6500 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| +15 |  |  | 1020 |  |  |  |  |  |  |
| Rр2 |  | 0340  5042 |  |  |  |  |  |  |  |