

| | | |
|----------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06- 05.01/184.00.2/М/ВК9- 2023 |
| | <i>Екземпляр № 1</i> | <i>Арк 105 / 1</i> |

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Державного університету
«Житомирська політехніка»
протокол від 31 серпня 2023р. № 10

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ПРОЕКТУВАННЯ ТА АНАЛІЗ ТОЧНОСТІ МАРКШЕЙДЕРСЬКИХ МЕРЕЖ»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «магістр»
спеціальності 184 «Гірництво»
освітньо-професійна програма «Маркшейдерська справа»
факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
кафедра маркшейдерії

Рекомендовано на засіданні
кафедри маркшейдерії
28 серпня 2023 р.
протокол № 7

Розробник: ЛЕВИЦЬКИЙ Володимир

Житомир
2023

| | | |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06- 05.01/184.00.2/М/ВК9- 2023 |
| | <i>Екземпляр № 1</i> | <i>Арк 105 / 2</i> |

ЛЕВИЦЬКИЙ Володимир. Методичні рекомендації для практичних робіт навчальної дисципліни «Проектування та аналіз точності маркшейдерських мереж» для спеціальності 184 «Гірництво», освітньо-професійної програми «Маркшейдерська справа» – Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2023. – 105 с.

Рецензенти:

КОРОБІЙЧУК Валентин, доктор технічних наук, професор кафедри гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т., Державний університет «Житомирська політехніка».

ШЛАПАК Володимир, кандидат технічних наук, доцент кафедри кафедри маркшейдерії, Державний університет «Житомирська політехніка».

,

Затверджено на засіданні кафедри маркшейдерії Державного університету «Житомирська політехніка» як методичні рекомендації.

Протокол № 7 від «28» серпня 2023 р.

Затверджено на засіданні вченої ради факультету гірничої справи, природокористування та будівництва Державного університету «Житомирська політехніка».

Протокол № 07 від «30» серпня 2023 р.

© ЛЕВИЦЬКИЙ Володимир

Вступ

Топографо-геодезичні роботи із створення планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 виконують на основі держзамовлення, замовлень окремих міністерств, відомств, підприємств та організацій різних форм власності.

Роботи виконуються організаціями і суб'єктами підприємницької діяльності, які мають ліцензії на виконання топографо-геодезичних робіт.

Підставою для виконання топографо-геодезичних робіт є технічне завдання і технічний проект або програма робіт.

Технічний проект є документом, що визначає зміст, обсяги, трудові витрати, кошторисну вартість, основні технічні умови, строки і організацію виконання робіт, що проектуються. Технічний проект повинен передбачати повний комплекс робіт для створення топографічних планів, який задовольняє вимоги технологічних інструкцій.

Обов'язковим у технічному проекті на виконання топографічних знімачь є обґрунтування вибору масштабу знімання і висоти перерізу рельєфу. Проектування робіт виконують відповідно до діючих державних і відомчих нормативних документів.

Метою розрахункової роботи є створення технічного проекту, що містить текстову і графічну частини. *Текстова частина* складається із таких розділів:

Розділ 1. Проект планової мережі:

- 1.1. Аналіз геодезичної вивченості району;
- 1.2. Проект положення вихідних пунктів державної геодезичної мережі;
- 1.3. Проект положення пунктів мережі згущення;
- 1.4. Побудова профілів ліній для встановлення видимості між пунктами;
- 1.5. Відповідність запроєктованої мережі нормативним даним;
- 1.6. Типи центрів та зовнішніх знаків запроєктованих пунктів;
- 1.7. Передрозрахунок точності планової мережі;
- 1.8. Рекомендації по польовим вимірюванням.

Розділ 2. Проект висотної мережі:

- 2.1. Відомості про раніше виконані нівелірні роботи;
- 2.2. Обґрунтування раціональної конфігурації висотної мережі;
- 2.3. Передрозрахунок точності висотної мережі;
- 2.4. Обґрунтування інструментального забезпечення нівелювання.

Розділ 3. Кошторисна частина проекту – наводиться розрахунок потрібних витрат на виконання робіт, що проектуються.

Графічна частина проекту містить:

– схеми забезпечення району робіт вихідними геодезичними даними, топографічними і картографічними матеріалами із зазначенням меж знімання, що проектується;

– проект планово-висотної геодезичної мережі;

– профілі по запроєктованим лініям.

Розрахункова робота виконується згідно вихідних даних, виданих викладачем.

Складанню технічного проекту передують наступні роботи:

а) вивчення завдання на проектування геодезичної мережі на даному об'єкті та спеціальних вимог, які повинні бути виконані при її побудові;

б) вивчення району майбутніх робіт.

Проектування починається із нанесення на карти геодезичних мереж, створених раніше на території об'єкта, а також на суміжних ділянках. Після цього переходять власне до проектування нової мережі.

Триангуляція 2 і 3 класів і полігонометрія 4 класу повинна бути використана для обґрунтування топографічних зйомок, якщо її точність та густота пунктів відповідають вимогам майбутньої зйомки і якщо центри збереглися. Така планова мережа новою не перекривається.

Якщо на окремих невеликих ділянках густота пунктів старої планової мережі недостатня, то вона згущується додатковими пунктами.

Якщо точність виконаних раніше робіт низька або густота пунктів на всьому районі робіт недостатня, то вони перекриваються новими мережами. При цьому пункти триангуляції та ходи полігонометрії минулих років повинні бути надійно прив'язані до запроєктованої мережі шляхом суміщення достатньої кількості рівномірно розташованих пунктів нової мережі з пунктами старшого класу раніше виконаних робіт.

При проектуванні необхідно, по можливості, використовувати базиси та астрономічні пункти старих геодезичних мереж, якщо вони наявні на об'єкті та місця їх закладення, а також за умови, що точність їх виконання відповідає сучасним вимогам.

Крім того, необхідно передбачити надійний зв'язок шуканих пунктів із оточуючими пунктами того ж або вищого класу; рівномірність розташування пунктів по площі об'єкта; використання командних

точок місцевості; можливість подальшого розвитку державних геодезичних та зйомочних мереж; зручність проведення наступних топографічних робіт.

Пункти слід намічати на командних висотах місцевості та на вододілі, вміло використовуючи форми рельєфу. Іноді у важких районах, при виборі місць розташування пунктів, слід, окрім відміток, зазначати ще і доступність цих точок.

При проектуванні слід використовувати місцеві предмети (дзвіниці церков, вишки, башти та ін.) в якості знаків для геодезичних пунктів, із виконанням на них спостережень або із визначенням додаткових пунктів засічками із трьох суміжних пунктів або більше.

При проектуванні нерідко доводиться перероблювати, навіть по декілька разів, окремі ділянки, а в деяких місцях складати по 2-3 варіанти мережі і вибирати із них найбільш доцільний.

Іноді при проектуванні доводиться трохи відступати від вимог інструкції. Наприклад, може виникнути необхідність намітити сторону триангуляції трохи більшою або меншою довжини, ніж передбачена інструкцією, або більш гострий кут, ніж гранично допустимий. Це може бути викликано умовами рельєфу місцевості, наявністю водних або заболочених просторів, невдалим розташуванням пунктів наявної геодезичної мережі, з якими необхідно сумістити або пов'язати пункти нової, можливістю значно понизити висоти знаків і т.д.

Якщо іншого варіанту скласти неможливо, слід допустити при проектуванні ці відхилення від вимог інструкції, обґрунтувавши їх технічно та економічно із вичерпною повнотою, необхідною для завершення проекту у вищих інстанціях.

Якщо при польових роботах на місцевості буде знайдено варіант, що виключає відхилення від вимог інструкції, то слід його реалізувати.

Розділ 1. Проект планової мережі

1.1. Аналіз геодезичної вивченості району

Район робіт вивчають по топографічним картам різних масштабів, в тому числі і по найбільш крупним, по спеціальним картам (адміністративним, геологічним та ін.), аерознімкам, по фізико-географічній та економічній літературі, по звітам виконаних геодезичних і топографічних робіт, по каталогах координат триангуляційних пунктів і т.д.

Даний розділ повинен містити інформацію про фізико-географічні умови району робіт за наведеними нижче підрозділами:

1. Розташування ділянки, загальна його форма, меридіани та паралелі, що обмежують ділянку (широти і довготи), листи карти масштабу 1:100000, що відповідають ділянці.

2. Рельєф. Загальний характер рельєфу та його місцеві особливості (гірський, горбистий, рівнинний); наявність, глибина і ширина долин; наявність та розгалуженість мереж ярів; крутизна скатів височин; висоти над рівнем моря та їх коливання; найбільш значні височини.

3. Клімат. Загальний характер, місцеві особливості клімату; температура повітря в різні пори року (навести середні багаторічні температури повітря по місяцям); коливання температури, її максимальні та мінімальні значення; кількість днів з опадами та їх розподіл по місяцям (бажано привести середню багаторічну кількість опадів по місяцям); дати утворення та танення снігового покриву, його потужність, кількість днів з туманами, режими вітрів, прозорість атмосфери та дальність видимості по місяцям.

4. Ґрунти, що зустрічаються на ділянці, підстилаючі породи; наявність рухомих пісків, болотних ґрунтів, торфу, солончаків та солонців, карстових утворень; глибина промерзання ґрунту зимою; наявність вічної мерзлоти та глибина відтаювання ґрунту влітку.

5. Гідрографія. Наявність або відсутність рік, озер та боліт; найбільш крупні із них; їх приблизні розміри; сплавні та судоходні річки; наявність колодязів у безводних місцях; глибина підґрунтових вод, засоленість водойм та колодязів; розливи рік та час розливів; час розливів та розтину водойм.

6. Рослинний покрив. Наявність та розподіл лісів на території ділянки; породи дерев, їх висота, характер лісів; поширення пожеж; наявність позахисних лісових смуг; трав'яний та моховий покрив; приуроченість рослинності до форм рельєфу, водойм та ін.

7. Тваринний світ. Наявність диких тварин; наявність тварин, небезпечних для людини; наявність отруйних змій та комах, комарів; в необжитих районах – наявність тварин та птахів, полюванням на яких можна поповнювати продовольчі запаси бригад.

8. Наявність магнітних аномалій, їх величина та поширення.

9. Забрудненість території.

1.2. Проект положення вихідних пунктів державної геодезичної мережі

Для складання якісного технічного проекту необхідно ретельно вивчити як фізико-географічні та економічні умови району робіт, так і проведені там раніше геодезичні та топографічні роботи.

Повинні бути наведені дані щодо проведених раніше геодезичних робіт, їх якості та часу виконання, висоти знаків, типу закладених центрів і т.д.

1.3. Проект положення пунктів мережі згущення

При складанні проекту повинно бути вирішено питання щодо вибору методу побудови геодезичної мережі на даному об'єкті – триангуляція, полігонометрія, трилатерація чи їх комбінація.

При складанні технічних проектів слід прагнути до якомога мінімальної вартості робіт із дотриманням всіх технічних вимог інструкції. Кінцевий варіант повинен бути оптимальним як економічно, так і технічно.

Вибір оптимальних довжин сторін для мереж різних класів залежить в основному від характеру рельєфу місцевості.

В рівнинному районі, де висота знаків залежить головним чином від кривизни Землі та рефракції, більш вигідні короткі сторони, при яких висота знаків значно менша, ніж при довгих сторонах.

Так на ідеальній безлісій рівнині, щоб забезпечити видимість по лінії інструмент-візирна ціль при довжині сторони 10 км, достатньо побудувати прості піраміди, а при довжині 20 км – прості сигнали висотою до століка 5,5 м.

Навпаки, в районі із сильно вираженим рельєфом, вміло використовуючи для пунктів точки із пануючими висотами, і при довгих сторонах можна обійтись знаками мінімальної висоти (наприклад, простими пірамідами).

Іноді довжини сторін геодезичних мереж визначаються спеціальними вказівками, що містяться у завданні на проектування.

Встановлена наступна норма густини пунктів державної геодезичної мережі для обґрунтування топографічних зйомок:

1 пункт на площі 50-60 км² для зйомок в масштабі 1:25000 та 1:10000;

1 пункт на площі 20-30 км² для зйомок в масштабі 1:5000;

1 пункт на площі 5-15 км² для зйомок в масштабі 1:2000 та крупніших.

У важкодоступних районах густина пунктів може бути меншою, але не більше ніж в 1,5 рази.

Напрямки ліній при проектуванні уточнюються в залежності від місцевих умов, однак таким чином, щоб суттєво не спотворювати загальної схеми.

Полігонометрія 4 класу, 1 і 2 розрядів

Мережі полігонометрії 4 класу, 1 і 2 розрядів створюються у вигляді окремих ходів або систем ходів (див. рис. 1, 2, 3).

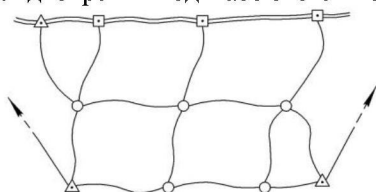


Рис. 1. Система ходів полігонометрії з кількома вузловими точками

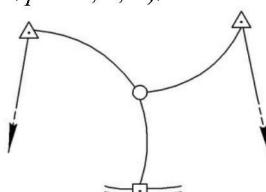






Рис. 2. Система ходів полігонометрії з однією вузловою точкою



Рис. 3. Одиночний хід полігонометрії

- Умовні позначення:
-  – полігонометрія вищих класів;
 -  – вихідний пункт триангуляції та вихідний дирекційний напрямок;
 -  – вузлова точка;
 -  – хід полігонометрії.

Окремий хід полігонометрії повинен опиратись на два вихідні пункти. На вихідних пунктах вимірюють прилеглі кути.

Як виняток, у разі відсутності між вихідними пунктами видимості із землі, допускається:

– прокладання ходу полігонометрії, що опирається на два вихідних пункти без кутової прив'язки на одному з них. Для контролю ку-

тових вимірів використовують дирекційні кути на орієнтирні пункти державної геодезичної мережі або дирекційні кути прилеглих сторін, які одержані з астрономічних вимірів з середньою квадратичною помилкою 5" або вимірів гіротеодолітами з середньою квадратичною помилкою 10";

– координатна прив'язка до пунктів геодезичної мережі. При цьому для контролю кутових вимірів (з метою виявлення грубих похибок вимірів) використовують дирекційні кути на орієнтирні пункти або азимуту, що одержані з астрономічних або гіротеодолітних вимірів. Замість останніх дозволяється прокладати кутові ходи, які утворюють замкнуті фігури з включенням вихідних пунктів.

Прокладання висячих ходів не допускається.

При створенні мереж полігонометрії 4 класу, 1 і 2 розрядів необхідно дотримуватись вимог, що наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Вимоги до мереж полігонометрії 4 класу, 1 і 2 розрядів

| Показники | 4 клас | 1 розряд | 2 розряд |
|--|-------------|--------------|--------------|
| Гранична довжина ходу, км: | | | |
| окремого | 14,0 | 7,0 | 4,0 |
| між вихідною і вузловою точкою | 9,0 | 5,0 | 3,0 |
| між вузловими точками | 7,0 | 4,0 | 2,0 |
| Граничний периметр полігону, км | 40 | 20 | 12 |
| Довжина сторін ходу, км: | | | |
| найбільша | 3,00 | 0,80 | 0,50 |
| найменша | 0,25 | 0,12 | 0,08 |
| середня | 0,50 | 0,30 | 0,20 |
| Кількість сторін у ході, не більше | 15 | 15 | 15 |
| Відносна похибка ходу, не більше | 1:25000 | 1:10000 | 1:5000 |
| Середня квадратична похибка вимірюваного кута (за нев'язками у ходах і в полігонах), кутові секунди, не більше | 3 | 5 | 10 |
| Кутова нев'язка ходу або полігона, кутові секунди, не більше, де n – кількість кутів у ході | $5\sqrt{n}$ | $10\sqrt{n}$ | $20\sqrt{n}$ |
| Середня квадратична похибка вимірювання довжини сторони, см: | | | |
| до 500 м | 1 | 1 | 1 |
| від 500 до 1000 м | 2 | 2 | - |
| понад 1000 м | 1:40000 | - | - |

Примітки.

1. При вимірюванні сторін полігонометрії слід уникати переходу від дуже коротких сторін до найдовших.

2. Як виняток, у ходах полігонометрії 1 розряду довжиною до 1 км і в ходах полігонометрії 2 розряду довжиною до 0,5 км допускається абсолютна лінійна нев'язка 10 см.

3. Кількість кутових і лінійних нев'язок, близьких до граничних, не повинна перевищувати 10%.

На всі закріплені точки ходів полігонометрії повинні бути передані висоти нівелювання IV класу або технічного нівелювання.

У гірських місцевостях при забезпеченні знімачь з перерізом рельєфу через 2 і 5 м допускається визначення висот точок ходів полігонометрії тригонометричним нівелюванням.

Вимірювання кутів на пунктах полігонометрії виконують способом вимірювання окремого кута або способом кругових прийомів за триштативною системою оптичними приладами не нижче 5-секундної точності. Центрування приладу та візирних марок виконують з точністю 1 мм.

Кількість прийомів, в залежності від розряду полігонометрії і точності приладу, що застосовується, наведено в *таблиці 2*.

Таблиця 2

Кількість прийомів, в залежності від розряду полігонометрії і точності приладу, що застосовується

| Прилади з точністю вимірювання кутів | Кількість прийомів | | |
|--------------------------------------|--------------------|----------|----------|
| | 4 клас | 1 розряд | 2 розряд |
| 1" | 4 | - | - |
| 2" | 6 | 2 | 2 |
| 5" | - | 3 | 2 |

Лінії в полігонометрії 4 класу, 1 і 2 розрядів вимірюють світлодалекомірами, електронними тахеометрами та іншими приладами, що забезпечують необхідну точність вимірювання, що наведена в *таблиці 1*.

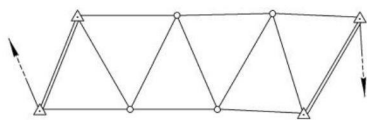
Прилади і обладнання, що фіксують кінці лінії при її вимірюванні, встановлюють над центрами з точністю 1 мм.

Пункт полігонометрії може бути закріплений групою із двох-трьох стінних знаків.

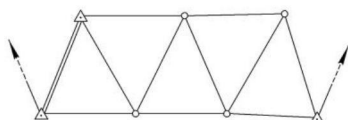
Триангуляція 4 класу, 1 і 2 розрядів

Триангуляція 4 класу, 1 і 2 розрядів будується з метою згущення геодезичних мереж до щільності, що забезпечує розвиток знімальної основи великомасштабних знімачь у відкритій і гірській місцевостях, або у випадку, коли з будь-яких причин застосування методу полігонометрії неможливе або недоцільне.

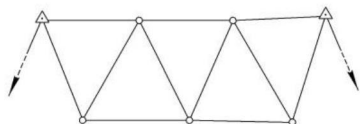
В залежності від розташування і густоти вихідних пунктів на об'єкті знімання мережу триангуляції 4 класу, 1 і 2 розрядів будують у вигляді суцільної мережі, ланцюгів трикутників і вставок окремих пунктів у трикутники, що утворені пунктами мереж вищих класів або розрядів (див. *рис. 4*).



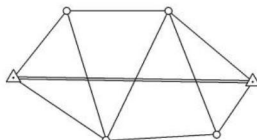
а) ланцюг трикутників між вихідними сторонами



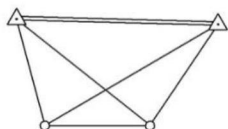
б) ланцюг трикутників між стороною і пунктом



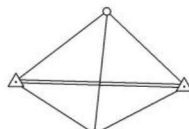
в) ланцюг трикутників між двома пунктами



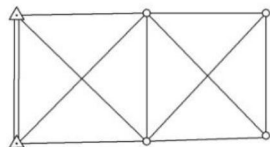
г) ланцюг трикутників між вихідними пунктами



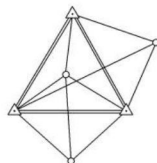
д) геодезичний чотирикутник



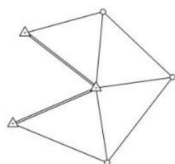
е) геодезичний чотирикутник



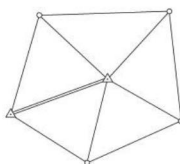
ж) ланцюг чотирикутників



з) вставка пункту в трикутник вищого класу або розряду



и) вставка пунктів у жорсткий кут



к) центральна система



- Умовні позначення:
-  – вихідний пункт;
 -  – точка, яка визначається;
 - – односторонній напрямок;
 - ==== – вихідна сторона триангуляції.

Рис. 4. Схеми побудови триангуляції 4 класу, 1 і 2 розряду

Кожен пункт триангуляції 4 класу, 1 і 2 розрядів слід визначити із трикутників, в яких вимірюються всі кути. Засічками з кількістю напрямків не менше трьох визначаються тільки місцеві предмети, що недоступні для спостереження.

Суцільна мережа триангуляції повинна опиратись не менше ніж на три вихідних геодезичних пункти і на дві вихідні сторони.

Ланцюг трикутників повинен опиратися на два вихідні геодезичні пункти і на дві вихідні сторони, що прилягають до пунктів. Вихідними можуть бути сторони полігонометрії, трилатерації або триангуляції вищих класів, а також сторони розрядної триангуляції, яка будується за умови, що довжини їх не коротші 1 км, а точність їх визначення не нижча зазначеної в таблиці 3.

Таблиця 3

Вимоги до мереж триангуляції 4 класу, 1 і 2 розрядів

| Показники | 4 клас | 1 розряд | 2 розряд |
|---|----------|----------|----------|
| Довжина сторони трикутника, км, не більше | 5,0 | 5,0 | 3,0 |
| Мінімально допустима величина кута, кутові градуси: | | | |
| у суцільній мережі | 20 | 20 | 20 |
| сполученого в ланцюжку трикутників | 30 | 30 | 30 |
| у вставці | 30 | 30 | 20 |
| Кількість трикутників між вихідними сторонами або між вихідними пунктом і вихідною стороною, не більше | 10 | 10 | 10 |
| Мінімальна довжина вихідної сторони, км | 2 | 1 | 1 |
| Граничне значення середньої квадратичної похибки кута, що обчислена за нев'язками у трикутниках, кутові секунди | 2 | 5 | 10 |
| Гранично допустима нев'язка в трикутнику, кутові секунди | 8 | 20 | 40 |
| Відносна похибка вихідної (базисної) сторони, не більше | 1:200000 | 1:50000 | 1:20000 |
| Відносна похибка визначення довжини сторони в найбільш слабкому місці, не більше | 1:50000 | 1:20000 | 1:10000 |

Триангуляція 4 класу, 1 і 2 розрядів має задовольняти основні вимоги, що викладені в таблиці 3.

Кути в триангуляції 4 класу, 1 і 2 розрядів вимірюють кутовими прийомами теодолітами точністю 2" та 5".

Кількість прийомів, яка залежить від розряду мережі і типу теодоліта та допустимі коливання результатів вимірів наведено в таблиці 4.

Таблиця 4

Кількість прийомів, яка залежить від розряду мережі і типу теодоліта, та допустимі коливання результатів вимірів

| Показники | Теодоліти з точністю 2" | | | Теодоліти з точністю 5" | |
|--|-------------------------|----------|----------|-------------------------|----------|
| | 4 клас | 1 розряд | 2 розряд | 1 розряд | 2 розряд |
| Кількість прийомів | 6 | 3 | 2 | 4 | 3 |
| Розбіжність між результатами спостережень на початковий напрямок на початку і в кінці напівприйому | 6" | 8" | 8" | 0,2' | 0,2' |
| Колівання значень напрямків, приведені до загального нуля, в окремих прийомах | 6" | 8" | 8" | 0,2' | 0,2' |

Теодоліт на штативі центрують над центром пункту триангуляції з точністю не нижче 2 мм.

Висотну прив'язку центрів триангуляції 4 класу, 1 і 2 розрядів проводять нівелюванням IV класу або технічним нівелюванням.

Визначення висот центрів триангуляції нівелюванням IV класу залежить від надійності центрів. Нівелювання IV класу по центрах типу У15 можна не проводити, а виконувати технічне або тригонометричне нівелювання.

У гірській місцевості позначки центрів пунктів триангуляції 4 класу, 1 і 2 розрядів можна визначати тригонометричним нівелюванням, яке проводиться по всім сторонам мережі.

1.4. Побудова профілів ліній для встановлення видимості між пунктами

По запроєктованим лініям планової мережі будують профілі і встановлюють видимість між пунктами. У випадку, якщо видимості між сусідніми пунктами немає, виконують розрахунок висот геодезичних знаків, що встановлюють над даними пунктами.

Розрахунок висот геодезичних знаків

На пунктах геодезичних мереж будують геодезичні знаки такої висоти, щоб візирні промені при кутових та лінійних вимірюваннях проходили по кожному напрямку на заданій мінімальній висоті над перешкодою, не торкаючись її. Розрахунок висот знаків найбільш часто виконують за формулами В.Н. Шишкіна.

Висота l_A і l_B геодезичних знаків в точках A і B над землею поверхнею визначають в першому наближенні за наступними формулами

$$\begin{aligned} l'_A &= h_A + a + v_A, \\ l'_B &= h_B + a + v_B, \end{aligned} \quad (1)$$

де h_A і h_B – перевищення вершини перешкоди C над основами знаків A і B ; a – найменша допустима висота візирного променя над перешкодою ($a=20$ см); v_A і v_B – поправка за кривизну Землі та рефракцію для відстаней s_A і s_B , що відраховують від перешкоди до знаків A і B відповідно.

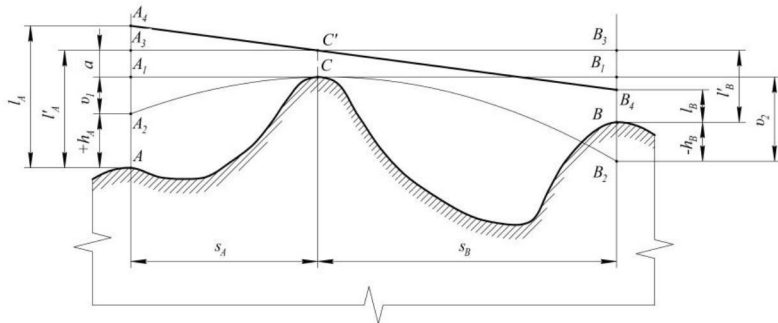


Рис. 5. Розрахунок висот геодезичних знаків на двох пунктах

Перевищення h_A і h_B обраховуються за формулами

$$\begin{aligned} h_A &= H_C - H_A, \\ h_B &= H_C - H_B, \end{aligned} \quad (2)$$

де H_C – висота перешкоди; H_A і H_B – висота земної поверхні в точках встановлення знаків A і B .

Наближені значення поправок v наведені в таблиці 5.

Таблиця 5

Наближені значення поправок v , м

| Цілі частини відстані s , км | Десяті частини відстані, км | | | | | | | | | |
|--------------------------------|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | ,0 | ,1 | ,2 | ,3 | ,4 | ,5 | ,6 | ,7 | ,8 | ,9 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| 2 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,6 |
| 3 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 0,9 | 0,9 | 1,0 | 1,0 |

Продовження таблиці 5

| | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 4 | 1,1 | 1,1 | 1,2 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,4 | 1,5 | 1,6 | 1,6 |
| 5 | 1,7 | 1,8 | 1,8 | 1,9 | 2,0 | 2,0 | 2,1 | 2,2 | 2,3 | 2,3 |
| 6 | 2,4 | 2,5 | 2,6 | 2,7 | 2,8 | 2,8 | 2,9 | 3,0 | 3,1 | 3,2 |
| 7 | 3,3 | 3,4 | 3,5 | 3,6 | 3,7 | 3,8 | 3,9 | 4,0 | 4,1 | 4,2 |
| 8 | 4,3 | 4,4 | 4,5 | 4,6 | 4,8 | 4,9 | 5,0 | 5,1 | 5,2 | 5,3 |
| 9 | 5,5 | 5,6 | 5,7 | 5,8 | 6,0 | 6,1 | 6,2 | 6,3 | 6,5 | 6,6 |
| 10 | 6,7 | 6,9 | 7,0 | 7,2 | 7,3 | 7,4 | 7,6 | 7,7 | 7,9 | 8,0 |
| 11 | 8,2 | 8,3 | 8,4 | 8,6 | 8,8 | 8,9 | 9,1 | 9,2 | 9,4 | 9,5 |
| 12 | 9,7 | 9,9 | 10,0 | 10,2 | 10,4 | 10,5 | 10,7 | 10,9 | 11,0 | 11,2 |
| 13 | 11,4 | 11,6 | 11,7 | 11,9 | 12,1 | 12,3 | 12,5 | 12,6 | 12,8 | 13,0 |
| 14 | 13,2 | 13,4 | 13,6 | 13,8 | 14,0 | 14,2 | 14,4 | 14,6 | 14,8 | 15,0 |
| 15 | 15,2 | 15,4 | 15,6 | 15,8 | 16,0 | 16,2 | 16,4 | 16,6 | 16,8 | 17,0 |
| 16 | 17,2 | 17,5 | 17,7 | 17,9 | 18,1 | 18,3 | 18,6 | 18,8 | 19,0 | 19,2 |
| 17 | 19,5 | 19,7 | 19,9 | 20,0 | 20,3 | 20,6 | 20,9 | 21,1 | 21,3 | 21,6 |
| 18 | 21,8 | 22,1 | 22,3 | 22,6 | 22,8 | 23,0 | 23,3 | 23,6 | 23,8 | 24,1 |
| 19 | 24,3 | 24,6 | 24,8 | 25,1 | 25,3 | 25,6 | 25,9 | 26,1 | 26,4 | 26,7 |
| 20 | 26,9 | 27,2 | 27,5 | 27,8 | 28,0 | 28,3 | 28,6 | 28,9 | 29,1 | 29,4 |
| 21 | 29,7 | 30,0 | 30,3 | 30,6 | 30,8 | 31,1 | 31,4 | 31,7 | 32,0 | 32,3 |
| 22 | 32,6 | 32,9 | 33,2 | 33,5 | 33,8 | 34,1 | 34,4 | 34,7 | 35,0 | 35,3 |
| 23 | 35,6 | 35,9 | 36,2 | 36,6 | 36,9 | 37,2 | 37,5 | 37,8 | 38,2 | 38,5 |
| 24 | 38,8 | 39,1 | 39,4 | 39,8 | 40,1 | 40,4 | 40,8 | 41,1 | 41,4 | 41,8 |
| 25 | 42,1 | 42,4 | 42,8 | 43,1 | 43,4 | 43,8 | 44,1 | 44,5 | 44,8 | 45,2 |
| 26 | 45,5 | 45,9 | 46,2 | 46,6 | 46,9 | 47,3 | 47,6 | 48,0 | 48,4 | 48,7 |
| 27 | 49,1 | 49,5 | 49,8 | 50,2 | 50,6 | 50,9 | 51,3 | 51,7 | 52,0 | 52,4 |
| 28 | 52,8 | 53,2 | 53,6 | 53,9 | 54,3 | 54,7 | 55,1 | 55,5 | 55,9 | 56,2 |
| 29 | 56,6 | 57,0 | 57,4 | 57,8 | 58,2 | 58,6 | 59,0 | 59,4 | 59,8 | 60,2 |
| 30 | 60,6 | 61,0 | 61,4 | 61,8 | 62,2 | 62,6 | 63,1 | 63,5 | 63,9 | 64,3 |

Обраховані за формулою (1) висоти знаків l'_A і l'_B необхідно відкоректувати, тобто потрібно підібрати такі їх значення l_A і l_B , які задовільняли б умову $\sum l^2 = \min$, не порушуючи при цьому вимоги проходження візирного променя над перешкодою на заданій висоті. При дотриманні умови $\sum l^2 = \min$ сума грошових затрат на спорудження даної пари знаків буде, як правило, найменшою, оскільки вартість спорудження кожного знака за інших рівних умов пропорційна або майже пропорційна квадрату його висоти.

Відкоректовані висоти кожної пари знаків, між якими необхідно встановити взаємну видимість, дотримуючись при цьому умови $\sum l^2 = \min$, знаходять за формулою

$$\begin{aligned} l_A &= s_B D, \\ l_B &= s_A D, \end{aligned} \quad (3)$$

На основі *рис. 6* можна записати

$$\frac{\Delta l_A}{\Delta l_B} = \frac{l_A - l'_A}{l'_B - l_B} = \frac{s_A}{s_B},$$

звідки знайдемо відкореговану висоту знака на пункті *A*

$$l_A = l'_A + (l'_B - l_B) \frac{s_A}{s_B}. \quad (4)$$

Правильність обчислення висот знаків перевіряють шляхом графічних побудов на міліметровому папері (див. *рис. 5*), які виконують в такій послідовності:

1) в середній частині листа в довільній точці *C* намічають вершину перешкоди, через яку проводять горизонтальну лінію A_1B_1 ; від точки *C* в масштабі відкладають відстані $s_A = CA_1$ і $s_B = CB_1$ до знаків *A* і *B* відповідно;

2) через точки A_1 і B_1 проводять перпендикуляри, по яким вниз відкладають поправки $v_A = A_1A_2$ і $v_B = B_1B_2$ за кривизну Землі і рефракцію;

3) від кінців відрізків v_A і v_B в точках A_2 і B_2 відкладають в тому ж масштабі перевищення $h_A = H_C - H_{A_2} = AA_2$ і $h_B = H_C - H_{B_2} = BB_2$, при чому вгору, якщо знак перевищення від'ємний і вниз, якщо знак його додатний; отримані точки *A* і *B* є основами геодезичних знаків. Через точки *A*, *C*, *B* доцільно провести схематичний профіль місцевості;

4) вгору від точки *C* відкладають відрізок $a = CC'$, рівний заданій висоті проходження візирного променя над перешкодою, і через точку *C'* проводять горизонтальну лінію $A_3B_3 \parallel A_1B_1$;

5) за графіком визначають попередні значення висот знаків $l'_A = AA_3$ і $l'_B = BB_3$;

6) відкладають вгору від точок *A* і *B* значення відкорегованих висот знаків $l_A = AA_4$ і $l_B = BB_4$, які обраховують за формулами (3) і (4). Отримані точки A_4 і B_4 сполучають прямою A_4B_4 . Ця лінія повинна пройти через точку *C'*, що і буде слугувати контролем правильності як обрахунків, так і графічних побудов при визначенні висот даної пари знаків.

1.5. Відповідність запроєктованої мережі нормативним даним

В табличній формі наводиться порівняльна характеристика запроєктованих параметрів планової мережі та відповідних їм параметрів, зазначених в [4]. Приклад порівняльної таблиці наведено нижче.

Таблиця 6

Порівняльна характеристика запроєктованих параметрів планової мережі та відповідних їм показників, зазначених в [4]

| Показник | Вимоги згідно [4] | Фактичні (проектні) дані |
|------------------------------|-------------------|--------------------------|
| 1. Гранична довжина ходу, км | | |
| 2. | | |
| ... | | |

Як висновок наводиться аналіз *таблиці 6*

1.6. Типи центрів та зовнішніх знаків запроєктованих пунктів

Положення пунктів геодезичної мережі позначають на місцевості за допомогою спеціальних споруд, що складаються із двох частин: підземної та зовнішньої (наземної). Підземна частина є центром геодезичного пункту. Кожний центр має марку на ній, до якої відносяться координати пункту. Зовнішня частина (геодезичний знак) являє собою споруду, призначену для встановлення приладу, візирної цілі та підйому вимірювальних приладів на необхідну висоту над землею.

Щоб забезпечити довговічність та надійність закріплення центрів, для їх виготовлення застосовуються високоміцні будівельні матеріали: залізобетонні пілони та палі, азбестоцементні та металічні труби, що покриваються антикорозійними засобами; основу центра розташовують нижче границі промерзання ґрунту на 0,5-1 м; для кожного району із однотипними фізико-географічними умовами та ґрунтами розробляють центри особливої конструкції, розраховані на тривалий термін їх служби.

Для визначення глибини закладки центрів і реперів користуються спеціальною схемою (ДОДАТОК 1).

Пункти геодезичних мереж 4 класу, 1 і 2 розрядів закріплюють центрами відповідно до вимог, що викладені в діючій Інструкції [5].

При побудові геодезичної мережі в містах, селищах та на промислових майданчиках всі пункти триангуляції, трилатерації і полігонометрії закріплюють постійними центрами типів У15, У15К, У15Н, У16, 143, 160 (ДОДАТОК 2-6).

На незабудованій території, а також на забудованій, якщо відсутні споруди для закладання стінних реперів для закріплення пунктів мереж 1 і 2 розрядів і полігонометрії 4 класу призначені центри типу 5 гр (ДОДАТОК 7) та 6 гр (ДОДАТОК 8).

Вузлові та суміжні з ними пункти полігонометрії 4 класу закріплюють центрами типу 160.

У сільській місцевості пункти триангуляції, трилатерації та полігонометрії 4 класу, 1 і 2 розрядів закріплюють постійними центрами типу У15, У15Н. Закріплення пунктів постійними центрами здійснюють не рідше ніж через 1000 м у мережах 4 класу та 1 розряду, а 500 м – у мережах 2 розряду.

Центри мають розташовуватись попарно, забезпечуючи закріплення обох кінців ліній. Вузлові точки підлягають обов'язковому закріпленню постійними центрами типу У15 та У15Н.

Пункти ходів полігонометрії, на яких центри типів У15 та У15Н не закладаються, слід закріплювати центрами тривалого збереження, що передбачені для знімальної мережі.

На забудованих територіях пункти полігонометрії можуть бути закріплені групою із двох-трьох стінних знаків.

Зовнішнє оформлення центрів пунктів 4 класу, 1 і 2 розрядів виконують обкопуванням круглої (у плані) форми (крім центра типу 160, зовнішнє оформлення якого виконують обкопуванням квадратної форми) з канавою шириною 50 см зверху, 20 см знизу і глибиною 30 см. Внутрішній радіус обкопування 1,3 м. Над центром насипають курган висотою 10 см.

На забудованих територіях, а також коли на геодезичних пунктах 4 класу, 1 і 2 розрядів встановлені металеві або залізобетонні зовнішні знаки, обкопування не виконують.

В окремих випадках, при відсутності зовнішніх знаків та обкопування, встановлюються розпізнавальні стовпи на відстані 1-3 м від центра пункту.

Пункти знімальної мережі закріплюють на місцевості центрами, що забезпечують тривале збереження пунктів та тимчасовими центрами з метою збереження їх на час знімальних робіт.

На пунктах мереж триангуляції, трилатерації і, як виняток, полігонометрії, що створюються як основа великомасштабних знімальних, установлюють зовнішні геодезичні знаки таких типів: тури, металеві піраміди-штативи із візирними цілями, що знімаються, чотиригранні та тригранні металеві піраміди.

Г-подібні віхи можуть використовуватись тільки як тимчасові геодезичні знаки.

Вихідними даними для розрахунку довжин елементів знаків слугують їх висоти, встановлена ширина площадки для спостереження та встановлені кути нахилу основних стовпів. Нижче наведені правила розрахунку основних осьових розмірів елементів знаків.

Необхідно мати на увазі, що отримані осьові розміри будуть відрізнятись (на декілька сантиметрів) від дійсних, так як вісі вінців, хрестовин і основних стовпів в натурі не перетинаються в одній точці.

Тури (рис. 7) будують у тих випадках, коли видимість по всім напрямкам відкривається із землі, а скельний ґрунт, на якому встановлюється тур, залягає на глибині не більше 1,5 м. Такі умови найчастіше зустрічаються в гірських та високогірних районах. Над туром будується проста піраміда із візирним циліндром. В тих випадках, коли тур будується на загостреній вершині скелі та немає можливості побудувати над нею піраміду, візирний циліндр встановлюється безпосередньо на тур за допомогою спеціального кріплення. При виконанні геодезичних вимірювань з тура візирну ціль знімають, а після закінчення вимірювань встановлюють його на попереднє місце.

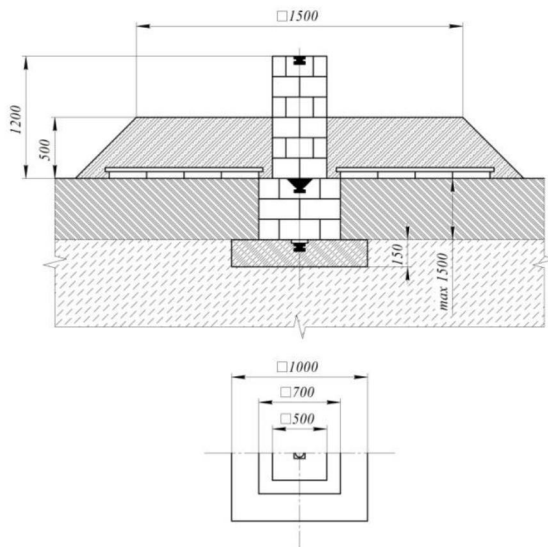


Рис. 7. Тур

Прості піраміди будують тоді, коли на сусідні пункти є видимість із землі і спостереження можна виконувати з тура або переносного штативу, на який встановлюється геодезичний прилад. В тих

випадках, коли прилад треба підняти на висоту 2-3 м над землею, будують піраміду з ізолюваним від неї постійним штативом і візирним циліндром. Штатив встановлюють на ґрунт, а площадку для спостереження кріплять до стовпів піраміди, ізолюючи її від штатива.

На пунктах державної геодезичної мережі будують чотиригранні піраміди висотою 5-8 м, причому як дерев'яні, так і металеві.

Чотиригранна піраміда наведена на рис. 8.

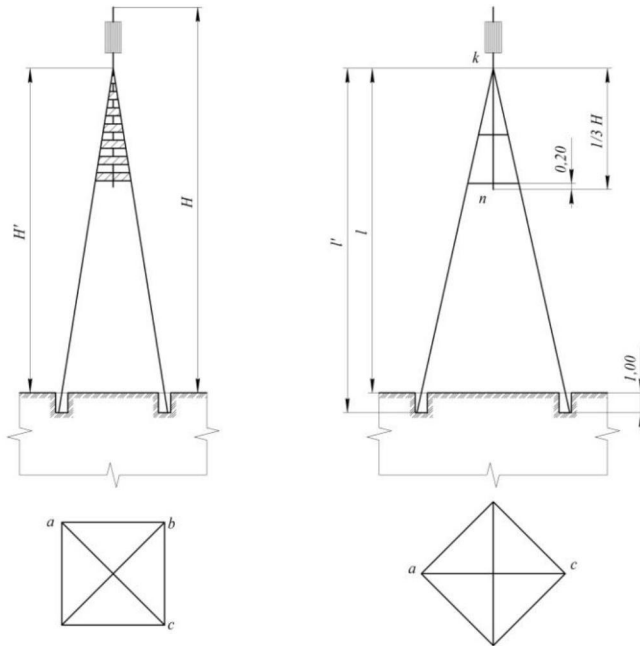


Рис. 8. Чотиригранна піраміда

Для знаків на пунктах геодезичної мережі 4 класу, 1 і 2 розряду діаметр візирного циліндра рівний 0,30 м, висота його 0,60 м, відстань від «даху» 0,80 м.

Сторона основи ab піраміди (на рівні землі) рівна $1/3$ її загальної висоти

$$ab = \frac{1}{3} H. \quad (5)$$

де H – загальна висота піраміди.

Діагональ ac основи піраміди, як діагональ квадрата, рівна

$$ac = \sqrt{2}ab. \quad (6)$$

Висота H' піраміди від землі до стику основних стовпів рівна (при висоті шпиля над візирним циліндром $h_u = 0,60$ м):

$$H' = H - h_u - 1,4. \quad (7)$$

Довжина kn частини болванки нижче стику основних стовпів («хвоста» болванки) рівна

$$kn = \frac{1}{3}H'. \quad (8)$$

Довжина l надземної частини основного стовпа рівна

$$l = \sqrt{\left(\frac{ac}{2}\right)^2 + H'^2}. \quad (9)$$

Загальна довжина l' основного стовпа рівна

$$l' = l + 1,01, \quad (10)$$

де $0,01$ м поправка за нахил стовпа, а глибина ями для основного стовпа рівна $1,01$ м.

Тригранна піраміда

Використовуючи ті ж самі вихідні данні, отримаємо сторону основи

$$ab = \frac{1}{3}H \quad (11)$$

і радіус r кола, описаного навколо трикутника основи, тобто відстань від центра основи до осі будь-якого із основних стовпів,

$$r = \frac{ab}{\sqrt{3}}. \quad (12)$$

Довжина l' наземної частини основних стовпів буде рівною

$$l' = \sqrt{r^2 + H'^2}, \quad (13)$$

де H' розраховується так само, як і в попередньому випадку.

Загальна довжина l основного стовпа і довжина «хвоста» болванки будуть мати ті ж значення, що і для чотиригранної піраміди такої самої висоти.

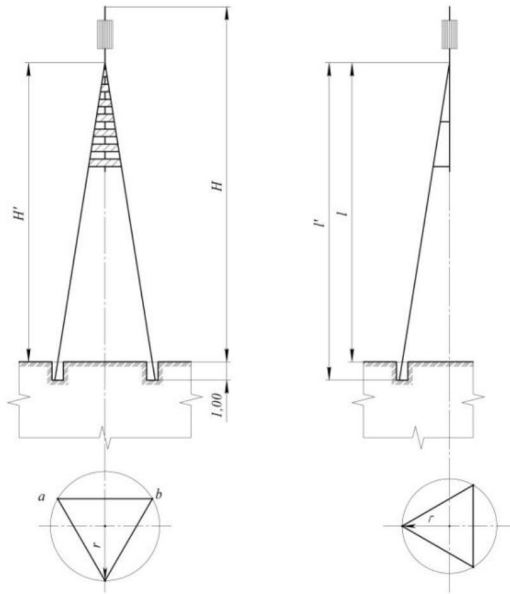


Рис. 9. Тригранна піраміда

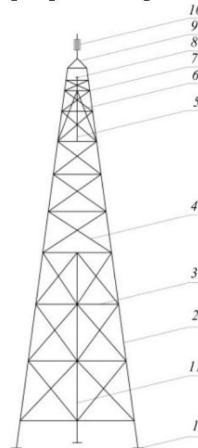


Рис. 10. Складний сигнал: 1 – якір основи стовпа; 2 – основні стовпи; 3 – вінець; 4 – хрестовина; 5 – болванка; 6 – стійко внутрішньої піраміди; 7 – площадка для спостерігача; 8 – столик для встановлення приладу; 9 – кришка знака; 10 – візирний циліндр; 11 – проміжний стовп знака

Складні сигнали (рис. 10) будують тоді, коли геодезичний прилад потрібно підняти над землею на висоту від 11 до 40 м. Складний сигнал відрізняється по конструкції від простого тим, що його внутрішня піраміда, несучий столик для встановлення приладу опирається не на землю, а на основні стовпи сигналу, на відстані 6 м від площадки для спостерігача.

Складні сигнали будують на даний час лише тригранної конструкції, що дозволяє збирати їх на землі та встановлювати в повністю завершеному вигляді.

Вихідними даними для розрахунку складних сигналів є висота i сигналу до столика; ширина площадки, рівна 2,00 м; тангенс кута нахилу α кожного із основних стовпів в площині грані, рівний 0,125; клас триангуляції.

Крім того, відомо, що верхня частина сигналу, починаючи від підніжжя верхньої піраміди, стандартна.

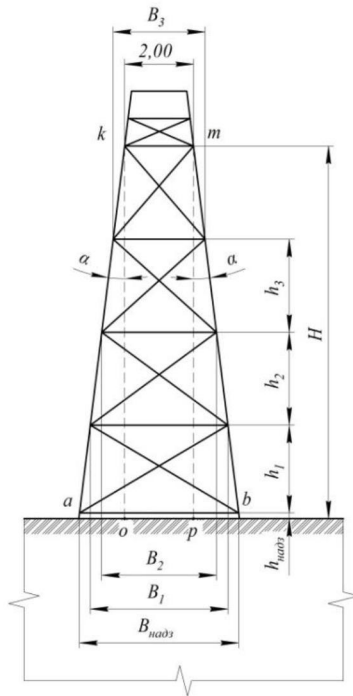


Рис. 11. Складний тригранний сигнал

Висота H сигналу до площадки (рис. 11) рівна висоті сигналу до столика i , зменшеної на висоту столика над площадкою ($h_c = 1,20$ м).

$$H = i - h_c. \quad (14)$$

Для наступних розрахунків вигідно прийняти за висоту сигналу до площадки довжину перпендикуляру, опущеного із середини вінця під площадкою на сторону основи сигналу, тобто рахувати висоту рами не по прямовисній лінії, а по похилій, що лежить в площині цієї рами.

Від цього припущення буде зменшення дійсної висоти столика сигналу над землею, так як в дійсності рама трохи нахилена до площини землі. Але це зменшення настільки незначне (0,1-0,3 м), що не буде мати ніякого практичного значення, так як висоти сигналів до столика рекогносцировщик визначає завжди з помилкою, яка перевищує 1 м.

Таким чином, H є дійсною величиною рами, коли вона стоїть прямовисно. Складаючи схематичне креслення сигналу, приймаємо, що площина рами співпадає із площиною креслення. Тоді всі розміри деталей, в тому числі і висота рами H , на кресленні будуть у заданому масштабі без спотворень.

Домовившись рахувати величину H в площині рами, знайдемо сторону ab основи сигналу

$$ab = 2,00 + 2H \operatorname{tg} \alpha = 2,00 + 2 \cdot 0,125 H = 2,00 + \frac{1}{4} H. \quad (15)$$

Довжину B будь-якого вінця можна визначити за тією ж формулою, що і довжину сторони основи, приймаючи лише за H найкоротшу відстань від площадки до даного вінця.

Для контролю довжину вінців можна визначити іншим способом, позначивши довжини вінців (рахуючи знизу вгору) через B_1, B_2, B_3 і т.д., а висоти вінців першого, другого і т.д. ярусів сигналу (в площині рами) – через h_1, h_2 і h_3, \dots , отримаємо

$$B_1 = ab - \frac{1}{4} h_1 \quad (16)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} B_2 = B_1 - \frac{1}{4} h_2, \\ B_3 = B_1 - \frac{1}{4} h_3, \\ \dots\dots\dots \\ B_{n+1} = B_n - \frac{1}{4} h_{n+1} \end{array} \right. \quad (17)$$

де B_{n+1} – ширина площадки, яка повинна бути рівна заданій величині 2,00 м.

Розташування вінців по висоті проектується графічно. Накресливши основу сигналу по задній ширині площадки, висоті рами і ширині основи, наносять розташування стандартних верхніх ярусів сигналу. На частині сигналу, що залишилась проектують розташування вінців, керуючись наступним:

а) число ярусів даного сигналу повинно бути таким самим, як і у типового сигналу з найближчою висотою (ДОДАТОК 9 і 10);

б) висота ярусів по мірі руху знизу вверх повинна поступово і плавно зменшуватись.

Довжина K хрестовини, як діагональ рівнобедреної трапеції, може бути обчислена за формулою

$$K = \sqrt{\left(\frac{B_{n-1} + B_n}{2}\right)^2 + h_n^2}, \quad (18)$$

довжина K_2 хрестовини, наприклад, другого ярусу, буде рівною

$$K_2 = \sqrt{\left(\frac{B_1 + B_2}{2}\right)^2 + h_2^2}. \quad (19)$$

Довжина l прольоту основного стовпа між суміжними вінцями, як сторона рівнобедреної трапеції, може бути обрахована за формулою

$$l_n = \sqrt{\left(\frac{B_{n-1} - B_n}{2}\right)^2 + h_n^2}. \quad (20)$$

Довжина l_2 прольоту, наприклад, другого ярусу, буде рівна

$$l_2 = \sqrt{\left(\frac{B_1 - B_2}{2}\right)^2 + h_2^2}. \quad (21)$$

Загальна довжина L всього основного стовпа рівна сумі прольотів між вінцями $(l_1 + l_2 + l_3 + \dots)$ (плюс глибина ями для стовпа, плюс частина стовпа, що виступає над площадкою, рівна 2,32 м, плюс 0,50 м на запас, так як при похилій будівельній площадці основні стовпи, зазвичай, не рівні по довжині. Відстань від центра основи до стовпа

$$r = \frac{ab}{\sqrt{3}}. \quad (22)$$

Розміри елементів внутрішньої піраміди та криши складних сигналів стандартні, їх можна взяти із ДОДАТКІВ 11-13.

Прості сигнали (рис. 12) будують в тих випадках, коли для виконання спостережень вимірвальний прилад необхідно підняти над землею на висоту від 4 до 10 м. Простий сигнал складається із двох ізолюваних одна від одної пірамід: зовнішньої 1, що містить візирний циліндр та площадку для спостереження, та внутрішньої 2, що містить столик для встановлення приладу. Внутрішня піраміда простого сигналу будується тригранною, зовнішня, як правило, чотиригранною.

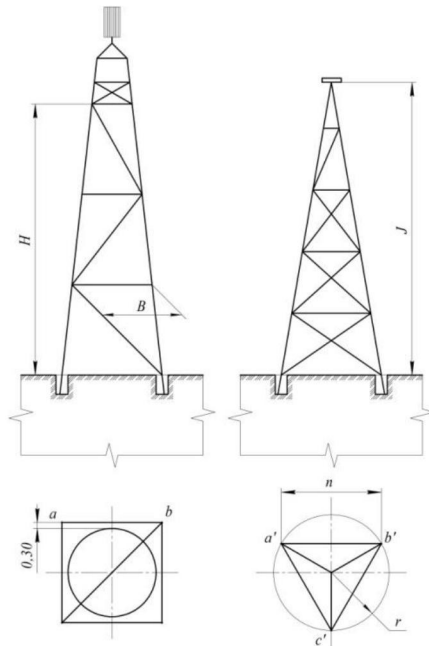


Рис. 12. Простий сигнал

Прості сигнали можуть бути дерев'яними і металічними, постійними або розбірними. Розбірні знаки при спостереженнях перевозять з одного пункту на інший та застосовують в районах із сприятливими транспортними умовами.

Маючи назначену рекогносцировщиком висоту i столика, визначаємо висоту H площадки для спостерігача

$$H = i - 1,20. \quad (23)$$

Приймаємо H за висоту площадки в площині рами зовнішньої піраміди. Знаючи ширину площадки, яка завжди рівна 2,00 м, обраховуємо ширину основи ab за формулою

$$ab = \frac{1}{5}H + 2,00. \quad (24)$$

Довжини вінців обчислюються за формулою

$$B = \frac{1}{5}H + 2,00, \quad (25)$$

де H – найкоротша відстань від вінця до площадки.

Контроль обрахованих значень довжин вінців може бути виконано так само, як і складного сигналу, із заміною лише коефіцієнта 1/4 на 1/5. Розташування вінців проектується графічно аналогічно тому, як у складному сингалі.

Довжини хрестовин та прольотів між суміжними вінцями обраховуються за тими ж формулами, що і у складного сигналу.

Основа внутрішньої тригранної піраміди обраховують наступним чином (рис.12).

В квадратну основу зовнішньої піраміди вписуємо коло так, щоб вона знаходилась на відстані 0,30 м від середини сторін квадрата. В це коло вписуємо рівносторонній трикутник $a'b'c'$.

Радіус вписаного кола r дорівнює

$$r = \frac{ab}{2} - 0,30, \quad (26)$$

де ab – сторона основи зовнішньої піраміди.

Тоді сторони основи внутрішньої піраміди $a'b'$ як сторона рівностороннього трикутника, вписаного в коло радіусом r , буде дорівнювати

$$a'b' = r\sqrt{3}. \quad (27)$$

Оскільки в простого сигналу зовнішня та внутрішня піраміди незалежні одна від однієї, для забезпечення необхідної висоти столика над площадкою (1,20 м) необхідно враховувати різницю нахилів граней зовнішньої та внутрішньої пірамід, так як відхилення сторони

столика над площадкою від заданого всього на 8-10 см дуже помітно для спостерігача та створює незручності в процесі спостереження.

Якщо грані зовнішньої та внутрішньої пірамід були однаково нахилені до горизонту, то висоту рами внутрішньої піраміди (в площині рами) J можна було б прийняти рівною висоті рами зовнішньої піраміди H , збільшеної на висоту столика над площадкою, тобто на 1,20 м, і рахувати $J=H+1,20$. Однак грані внутрішньої піраміди більш нахилені до горизонту, ніж грані зовнішньої піраміди, тому необхідно висоту рами внутрішньої піраміди дещо збільшити. Практично достатньо додати 1,2 см на кожний метр висоти рами внутрішньої піраміди, тобто рахувати

$$J = (H + 1,20) \cdot 1,012. \quad (28)$$

Слід мати на увазі, що на верх внутрішньої піраміди набивають столик товщиною 0,10 м, але це не порушує встановленої висоти столика над площадкою, так як останню настиляють на вінці товщиною близько 0,10 м, тобто розташовують на 0,10 см вище осьової лінії, яка на схемі сигналу вказує на положення площадки.

Розрахунок довжин вінців виконують наступним чином. Якщо розділимо ширину основи $a'b'$ на висоту рами, то отримаємо величину K , що показує на скільки метрів (або частин метрів) збільшується відстань між основними стовпами при пересуванні вздовж рами на 1 м вниз. Помноживши отриманий коефіцієнт K на відстань від вершини піраміди до даного вінця, отримаємо його довжину.

Довжини хрестовин та прольотів між суміжними вінцями обчислюють так само, як у складних сигналів.

При виготовленні внутрішньої піраміди необхідно знати відстань від основи одного із стовпів до протилежної сторони основи піраміди.

Ця відстань nc' рівна

$$nc' = \sqrt{(a'c')^2 - \left(\frac{a'b'}{2}\right)^2} \quad (29)$$

або, оскільки $a'c' = a'b'$,

$$nc' = \frac{a'b'}{2} \sqrt{3}. \quad (30)$$

1.7. Передрозрахунок точності планової мережі

Полігонометрія

Розрахункову частину для кожного ходу починають із встановлення форми ходу. Для цього використовують критерії ступеня вигнутості, зазначені у формулах:

$$\begin{cases} \eta_0^{гран} = \frac{L}{8}, \\ \alpha_0^{гран} = 24^\circ. \end{cases} \quad (31)$$

Хід можна вважати достатньо витягнутим, якщо точка ходу відхиляється по обидва боки від лінії, проведеної через центр тяжіння замикаючої ходу, в середньому на величину $1/24$ (а гранично на $1/8$) довжини самої замикаючої та лінії ходу відхиляються від напрямку замикаючої в обидві сторони на 8° (а гранично на 24°). При цьому граничного значення може досягати лише одна із ординат η'_i , так само як і один із кутів α'_i .

Координати x_0 , y_0 центра тяжіння ходу визначають за формулами

$$\begin{cases} x_0 = \frac{\sum_1^{n+1} x}{n+1}, \\ y_0 = \frac{\sum_1^{n+1} y}{n+1}. \end{cases} \quad (32)$$

Коли хід має S-подібну форму або в'ється біля своєї замикаючої, розташовуючись по обидві сторони, можна прийняти, що центр тяжіння точок такого ходу лежить на замикаючій (або поблизу неї). В цьому випадку можна спростити формулювання зроблених висновків, вважаючи, що η'_0 являє середню відстань точок ходу від замикаючої.

Для перевірки виконання відношень (31) зручно користуватись графічним методом. Для цього в запроектованому ході проводять замикаючу ходу, відкладають в обидві сторони від неї (в масштабі карти) величину $\eta_0^{гран}$ та проводять лінії, паралельні замикаючій (рис. 13). Якщо ні одна із вершин ходу не виходить за межі отриманих смуг, то перша із умов (31) виконана. Відхилення ліній ходу від напрямку замикаючої також вимірюють на схемі ходу (транспортиром) та порівнюють із $\alpha_0^{гран}$ зазначеним у (31).

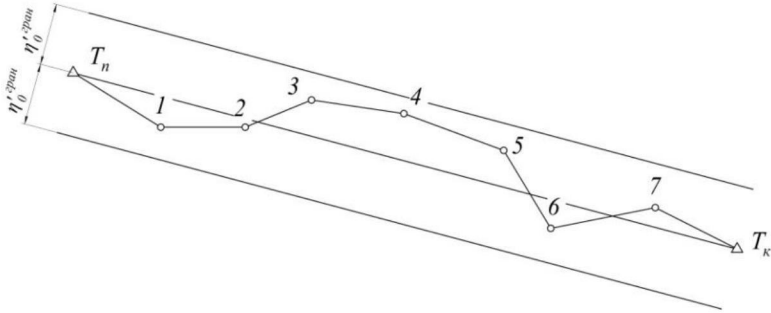


Рис. 13. Графічний спосіб перевірки критерію ступеня вигнутості ходу

В якості критерію ступеня вигнутості ходу іноді застосовують відношення $\frac{[s]}{L}$. Величина дробу $\frac{[s]}{L}$ буде залежати від форми ходу: чим більш викривлений цей хід, тим цей дріб буде більшим. У витягнутому ході $\frac{[s]}{L} = 1$, в замкнутому $\frac{[s]}{L} = \infty$ ($L = 0$). Отже, до відомого ступеня дріб $\frac{[s]}{L}$ може слугувати показником вигнутості полігонометричного ходу. Хід вважається достатньо витягнутим, якщо

$$\frac{[s]}{L} \leq 1,3.$$

Але цього відношення не достатньо для підтвердження гіпотези про вигнутість ходу.

Як відомо, точність запроєктованого ходу буде характеризуватись граничною похибкою пункту в самому слабкому місці ходу після його урівнювання. В полігонометричному ході до урівнювання найбільшу похибку буде мати пункт, розташований в кінці ходу. При прив'язці кінця ходу до вихідного пункту найменшу точність після урівнювання координат буде мати пункт, розташований в середині ходу, як найбільш віддалений від обох вихідних пунктів.

Загальну похибку положення пункту визначають за формулою

$$M = \pm \sqrt{M_x^2 + M_y^2}, \quad (33)$$

$$M_x = \pm \sqrt{m_{x\beta}^2 + m_{xs}^2}, \quad (34)$$

$$M_y = \pm \sqrt{m_{y\beta}^2 + m_{ys}^2},$$

де M_x, M_y – середні квадратичні похибки координат пункту;

$m_{x\beta}, m_{y\beta}$ – похибки координат пункту, що залежать від похибок вимірювання кутів;

m_{xs}, m_{ys} – похибки координат пунктів, що залежать від похибок виміру довжин сторін.

Похибки координат пункту в залежності від похибок виміру кутів без врахування похибки вихідної сторони, обчислюють за формулами:

$$\begin{aligned} m_{x\beta} &= \pm \frac{1}{\rho} \sqrt{\sum m_{\beta i}^2 R_{ix}^2}, \\ m_{y\beta} &= \pm \frac{1}{\rho} \sqrt{\sum m_{\beta i}^2 R_{iy}^2}, \end{aligned} \quad (35)$$

де $m_{\beta i}$ – похибка виміру i -го кута ходу;

R_{ix}, R_{iy} – проекції на осі координат відстаней від i -х вершин ходу до найбільш віддаленого пункту.

Похибка вимірювання кута визначається за формулою:

$$m_{\beta} = \sqrt{m^2 + m_e^2}, \quad (36)$$

де m – інструментальна похибка кута, що вимірюється;

m_e – похибка виміру кута, обумовленого неточністю центрування теодоліту і візирної цілі.

При способі прийомів інструментальну похибку визначають за формулою:

$$m = \pm \sqrt{\frac{m_e^2}{n} + \frac{m_o^2}{n} + \frac{m_i^2}{n}}, \quad (37)$$

де m_e – похибка візування;

m_o – похибка взяття відліку;

m_i – похибка за нахил візирної осі;

n – кількість прийомів.

Поправка візування обчислюється за формулою:

$$m_e = \pm \frac{ds}{12}, \quad (38)$$

де ds – кутова відстань між нитками бісектора.

Похибку за рахунок нахилу візирної осі обчислюють за формулою:

$$m_i = \frac{\tau}{4\sqrt{3}} (tg V_i - tg V_{i-1}), \quad (39)$$

де τ – ціна поділки лімба;

V_i і V_{i-1} – кути нахилу візирної осі.

Похибку відліку обчислюють за формулою:

$$m_o = \sqrt{m_t^2 + m_e^2 + m_d^2}, \quad (40)$$

$m_t = \frac{t}{\sqrt{3}}$ – похибка взяття відліку по шкалі;

$m_e = \frac{\varepsilon_{np}}{\sqrt{3}}$ – похибка ексцентриситету;

$m_d = \frac{\Delta d_{np}}{\sqrt{3}}$ – похибка взяття відліку по шкалі;

де t – точність відліку.

Похибка вимірювання кута, обумовлена неточністю центрування теодоліту і візирної цілі:

$$m_e = \pm \frac{\rho''}{ab} \sqrt{a^2 + b^2 - ab \cos \beta}, \quad (41)$$

де a і b – довжина відповідно задньої і передньої сторони станції;

e – лінійна похибка центрування теодоліта і візирної цілі (при оптичному центруванні $e=0,8$ мм);

β – кут, що вимірюється;

В загальному випадку, похибку вимірювання довжин сторін визначають за формулою:

$$\begin{aligned} m_{xs} &= \sqrt{m_{xs\theta un}^2 + m_{xs\text{сум}}^2}, \\ m_{ys} &= \sqrt{m_{ys\theta un}^2 + m_{ys\text{сум}}^2}, \end{aligned} \quad (42)$$

де $m_{xs\theta un}$, $m_{ys\theta un}$ – похибки координат пункту, обумовлені впливом випадкових похибок вимірювання довжин;

$m_{xs\text{сум}}$, $m_{ys\text{сум}}$ – похибки координат пункту, обумовлені впливом систематичних похибок вимірювання довжин;

$$\begin{aligned} m_{xs\theta un} &= \pm \mu \sqrt{\sum s_i (\cos \alpha_i)^2}, \\ m_{ys\theta un} &= \pm \mu \sqrt{\sum s_i (\sin \alpha_i)^2}, \end{aligned} \quad (43)$$

де μ – коефіцієнт випадкового впливу;

s_i – виміряна довжина;

α_i – дирекційний кут i -ї сторони.

$$m_{x\text{сист}} = \lambda L_x,$$

$$m_{y\text{сист}} = \lambda L_y,$$

λ – коефіцієнт систематичного впливу;

L_x, L_y – проєкції на осі координат замикаючої, що з'єднує найбільш віддалену точку з початковою.

Значення очікуваної похибки знаходимо з виразу:

$$M_{oc} = 3M. \quad (45)$$

Допустиму похибку розраховуємо на підставі «Інструкції по виконанню маркшейдерських робіт» (1987 р). Згідно з цим документом, допустима похибка не повинна перевищувати 0,4 мм на плані, тобто 0,8 м для М1:2000.

Триангуляція

Середня квадратична похибка зв'язуючої та проміжної сторін в простому ланцюзі трикутників

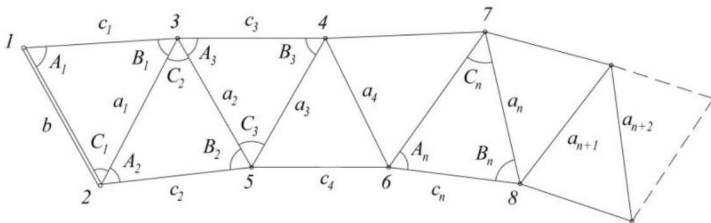


Рис. 14. Схема простого ланцюга трикутників

Нехай на рис. 14 зображений простий ланцюг трикутників, в якому сторона b є вихідною і в кожному трикутнику якого виміряні всі три кути. Сторони $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$, які слугують для побудови наступних трикутників ланцюга, називаються зв'язуючими; кути A і B , протилежні до даних сторін називаються зв'язуючими кутами ланцюга; сторони $c_1, c_2, c_3, \dots, c_n$ називаються проміжними сторонами, а протилежні до них кути C – проміжними кутами. Припустимо, що ми виміряли всі кути $A_1, B_1, C_1, \dots, A_n, B_n, C_n$ незалежно

один від одного, а також, що ваги всіх цих спостережень кутів рівні між собою та дорівнюють одиниці. Тоді урівнювання нашого ланцюга зведеться до виправлення кутів на третину нев'язки у відповідному трикутнику.

Довжина a_n сторони n -го трикутника знаходиться за формулою

$$a_n = \frac{b \sin A_1 \cdot \sin A_2 \cdot \sin A_3 \cdot \dots \cdot \sin A_n}{\sin B_1 \cdot \sin B_2 \cdot \sin B_3 \cdot \dots \cdot \sin B_n}. \quad (46)$$

Середня квадратична похибка в стороні a_n , обумовлена як дією похибок кутів, так і дією похибок вихідної сторони, визначається з виразу:

$$\frac{m_{a_n}}{a_n} = \sqrt{\frac{m_b^2}{b^2} + \frac{2}{3} \frac{m^{n^2}}{\rho^{n^2}} \sum_1^n (\text{ctg}^2 A_k + \text{ctg}^2 B_k + \text{ctg} A_k \text{ctg} B_k)}, \quad (47)$$

де $\frac{m_b}{b}$ – середня відносна похибка вихідної сторони;

m^n – середня похибка вимірювання кута в секундах.

Із формули видно, що в *триангуляції* точність визначення сторін зменшується пропорційно кореню квадратному із числа трикутників, що відділяють дану сторону від вихідної.

Для випадку, коли ми шукаємо похибку сторони a_k , а a_n є кінцевою стороною в ланці, віддаленій k трикутниками від вихідної сторони b ланцюга, будемо використовувати формулу

$$\frac{m_{a_k}^2}{a_k^2} = \frac{m_b^2}{b^2} + \frac{1}{3} \left(2k - \frac{1}{5} - \frac{3}{4} \frac{N_k}{N_{n+1}} N_{n-k} \right) \frac{m^{n^2}}{\rho^{n^2}}, \quad (48)$$

де числа N належать до так званому ряду Фібоначі в якому

| | | |
|-------------|-------------------|---------------------|
| $N_0 = 0,$ | $N_6 = 144,$ | $N_{12} = 46363,$ |
| $N_1 = 1,$ | $N_7 = 377,$ | $N_{13} = 121393,$ |
| $N_2 = 3,$ | $N_8 = 987,$ | $N_{14} = 317811,$ |
| $N_3 = 8,$ | $N_9 = 2584,$ | $N_{15} = 832040,$ |
| $N_4 = 21,$ | $N_{10} = 6765,$ | $N_{16} = 2178309.$ |
| $N_5 = 55,$ | $N_{11} = 17711,$ | |

Для оцінок середньої квадратичної похибки проміжної сторони C у формулі (46) $\sin A_n$ змінюється на $\sin C_n$:

$$\frac{m_{c_n}}{c_n} = \sqrt{\frac{m_b^2}{b^2} + \frac{2}{3} \frac{m^{\prime\prime 2}}{\rho^{\prime\prime 2}} \left[\sum_1^{n-1} (ctg^2 A_k + ctg^2 B_k + ctg B_k \cdot ctg A_k) + \right.}$$

$$\left. + ctg^2 C_n + ctg^2 B_n + ctg C_n ctg B_n \right]}.$$

Поздовжня похибка триангуляційного ряду, складеного із рівносторонніх трикутників

Для визначення поздовжньої похибки триангуляції припустимо, що всі кути нашого ланцюга трикутників (рис. 15): 1, 2, 3, 4, 5, ..., (6n-3), отримані із спостережень незалежно один від одного та урівнювання ряду виконується за умови фігур (умова фігур в даному випадку є рівняння рівності суми урівняних кутів трикутника її теоретичному значенню) по кутам, а не по напрямкам. Нехай ланцюг трикутників має 2n-1 трикутників і одну вихідну сторону b.

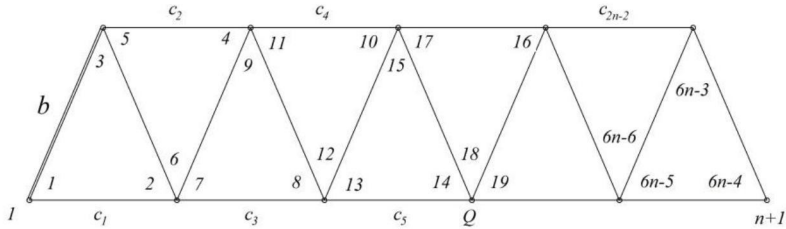


Рис. 15. Простий ланцюг трикутників

Середня похибка довжини діагоналі L знаходиться за формулою

$$m_L^2 = L^2 \left(\frac{m_b^2}{b^2} + \frac{4n^2 - 3n + 5}{9n} \cdot \frac{m^{\prime\prime 2}}{\rho^{\prime\prime 2}} \right), \quad (50)$$

де n – число проміжних сторін в даній діагоналі.

Формула (50) відноситься до ряду зображеному на рис. 15. Якщо ряд буде побудований так, як показано на рис. 16, то матимемо

$$m_L^2 = L^2 \left(\frac{m_b^2}{b^2} + \frac{4n^2 + 3n + 5}{9n} \cdot \frac{m^{\prime\prime 2}}{\rho^{\prime\prime 2}} \right). \quad (51)$$

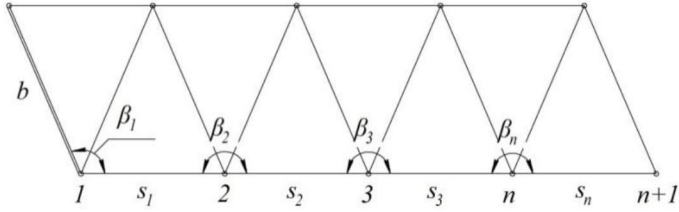


Рис. 16. Простий ланцюг трикутників

В дійсності кожний ряд прокладається між двома вихідними сторонами (або між двома сторонами триангуляції вищого класу). Розіб'ємо діагональ $(1, n+1)$ на дві рівні частини точкою Q , якщо n парне, і на дві частини з $\frac{n-1}{2}$ та $\frac{n+1}{2}$ числом проміжних сторін, якщо n непарне. Припустимо, що кожну таку частину ми урівняли за умови фігур по кутам, при чому взагалі викинемо трикутник з вершиною Q та з кутами (рис. 15) 16, 17 і 18. Це не на скільки не вплине на результаті урівнювання та на довжинах відрізків $(1, Q)$ та $(Q, n+1)$, із яких один обчислюється від вихідної сторони b в пункті 1, а другий – від вихідної сторони b_1 в пункті $n+1$; очевидно також, що ці довжини $(1, Q)$ та $(Q, n+1)$ визначаються незалежно одна від одної. Застосовуючи тепер формулу (52), запишемо при n парному

$$m_L^2 = \frac{2L^2}{4} \left[\frac{m_b^2}{b^2} + \frac{n^2 - \frac{3}{2}n + 5}{\frac{9}{2}n} \cdot \frac{m^{n^2}}{\rho^{n^2}} \right], \quad (52)$$

$$m_L^2 = \frac{L^2}{2} \left[\frac{m_b^2}{b^2} + \frac{2n^2 - 3n + 10}{9n} \cdot \frac{m^{n^2}}{\rho^{n^2}} \right], \quad (53)$$

при n непарному

$$m_L^2 = \frac{L^2(n-1)^2}{4n^2} \left[\frac{m_b^2}{b^2} + \frac{(n-1)^2 - \frac{3}{2}(n-1) + 5}{9(n-1)} \cdot \frac{2m^{n^2}}{\rho^{n^2}} \right] + \frac{L^2(n+1)^2}{4n^2} \left[\frac{m_b^2}{b^2} + \frac{(n-1)^2 - \frac{3}{2}(n+1) + 5}{9(n+1)} \cdot \frac{2m^{n^2}}{\rho^{n^2}} \right], \quad (54)$$

$$m_L^2 = \frac{L^2}{2} \left[\frac{n+1}{n^2} \cdot \frac{m_b^2}{b^2} + \frac{2n^3 - 3n^2 + 16n - 3}{9n^2} \cdot \frac{m^{n^2}}{\rho^{n^2}} \right]. \quad (55)$$

Прокладення ланцюга трикутників між двома базисами зменшує поздовжню похибку ряду майже вдвічі у порівнянні із похибкою ряду такої ж довжини, але прокладеного від однієї вихідної сторони (вільний ряд).

Поперечний зсув триангуляційного ряду. Похибки азимутів сторін ряду та діагоналі ряду. Лапласові азимуты

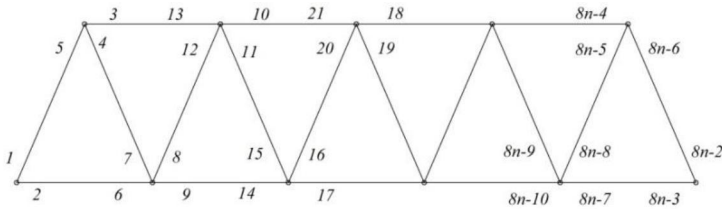


Рис. 17. Простий ланцюг трикутників

Нумеруємо напрямки, як позначено на рис. 17. Для визначення поперечного зсуву в ланцюгу, в якому були виміряні напрямки та урівнювання яких за умови фігур виконувалось по напрямкам використаємо формулу

$$Q = \sqrt{\frac{m_\alpha^2}{\rho^{n^2}} + \left[\frac{(n+1)(2n+1)}{6n} - \frac{99n^2 + 188n - 110}{500n} \right] \frac{m^{n^2}}{\rho^{n^2}}} L \quad (56)$$

Тепер, якщо ми маємо ряд, прокладений між двома азимутами і базисами, то приймаючи до уваги, що базисна умова буде порівняно мало впливати на поперечний зсув ряду, але азимутальна умова може

вплинути помітно, зменшивши Q , що обчислюється за формулою (56). Припустивши, що n – парне, розділимо наш ряд на дві частини: одну, що опирається на азимут α_1 в точці 1, і другу, що опирається на азимут α_{n+1} в точці $n+1$. Застосовуючи для кожної частини (56), отримаємо

$$Q_2^2 = Q_1^2 = \left\{ \frac{m_{\alpha_1}^2}{\rho^{n^2}} \left[\frac{(n+2)(n+1)}{6n} - \frac{99n^2 + 94n - 110}{250n} \right] \frac{m^{n^2}}{\rho^{n^2}} \right\} \frac{L^2}{4} \quad (57)$$

$$Q' = \sqrt{Q_1 + Q_2} = \frac{L}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{m_{\alpha}^2}{\rho^{n^2}} + \left[\frac{(n+1)(n+2)}{6n} - \frac{25n^2 + 94n - 110}{250n} \right] \frac{m^{n^2}}{\rho^{n^2}}} \quad (58)$$

Для знаходження середньої похибки азимута A_k скористаємось формулою Ізотова для похибки в азимуті будь-якої проміжної сторони ряду, урівняного за умови фігур, азимутів і базисів

$$m_{A_k}^2 = \frac{m_{\alpha}^2}{2} + m^{n^2} \left[\frac{2k-1}{5} - \frac{17}{20(2n-1)} - \frac{(20k-17)^2}{100(10n+7)} \right] \quad (59)$$

Ретельне визначення геодезичних азимутів на обох кінцях ряду призводить до зменшення поперечного зсуву ряду приблизно в 1,5 рази, одночасно помітно впливаючи на підвищення точності виведення азимутів кожної сторони ряду.

1.8. Рекомендації по польовим вимірюванням

З урахуванням вимог, які висуваються до інструментального забезпечення планової мережі, в ДОДАТКАХ 14, 15 наведено перелік геодезичних приладів та їх технічні характеристики, що можуть використовуватись для кутових вимірювань.

Розділ 2. Проект висотної мережі

Перед складанням проекту збираються та аналізуються всі матеріали раніше виконаних нівелірних робіт.

В технічному проекті встановлюють об'єм робіт, їх кошторис, технологію виконання нівелювання та матеріально-технічну забезпеченість робіт.

Проектування ліній нівелювання всіх класів виконується на картах масштабів 1:100000 – 1:200000. В необхідних випадках проект уточнюють в деталях по картам більш крупного масштабу. При проектуванні ліній нівелювання на карту наносять існуючі репери, пункти супутникової геодезичної мережі, пункти триангуляції та полігонометрії всіх класів, що знаходяться на відстані 3 км від запроєктованих ліній. Рекомендується суміщати лінії нівелювання із пунктами супутникової геодезичної мережі та з ходами полігонометрії, що прокладаються з метою розвитку та згущення геодезичних мереж.

Початок та кінець ліній, що проектуються повинні бути просто та надійно зв'язані з існуючими лініями нівелювання більш високого або того ж класу. Зв'язок запроєктованих ліній III і IV класів із існуючими лініями нівелювання I, II, III і IV класів здійснюється шляхом включення одного репера існуючої лінії.

Прив'язка ліній нівелювання III і IV класів до фундаментальних реперів заборонена.

2.1. Відомості про раніше виконані нівелірні роботи

В розділі наводиться інформація про раніше виконані нівелірні роботи та способи їх зв'язку із запроєктованою мережею, відомості щодо раніше закладених реперів.

2.2. Обґрунтування раціональної конфігурації висотної мережі

Нівелірні мережі для виконання крупномасштабних топографічних знімів створюються шляхом згущення державної нівелірної мережі.

Нівелювання III і IV класів є основним методом згущення державної нівелірної мережі при виконанні крупномасштабних топографічних знімів.

Для визначення висот пунктів знімальної основи, а також для визначення висот пунктів геодезичних мереж згущення дозволяється розвивати мережі технічного нівелювання.

Густоту та клас точності нівелірних мереж під час топографічних знімачь, в залежності від призначення та масштабів знімачь, вибраного перерізу рельєфу місцевості тощо, вказують у технічному проєкті (програмі) робіт.

Нівелювання IV класу

Нівелювання IV класу виконується нівелірами, що мають збільшення зорової труби не менше $25\times$, ціну поділки рівня не більше 25" (контактного – не більше 30") на 2 мм та нівелірами з самовстановлювальною лінією візування (НЗКЛ, Ni-025) та їм рівноточними.

При нівелюванні IV класу ходи прокладаються в одному напрямку. Довжина ліній не повинна перевищувати 8 км на забудованій території і 12 км – на незабудованій.

Для нівелювання IV класу застосовуються цільні триметрові двосторонні рейки з шашковою шкалою.

Нормальна довжина променя візування 100 м. Якщо нівелювання виконують нівеліром, труба якого має збільшення не менше $30\times$, то при відсутності коливань зображення дозволяється збільшувати довжину візирного променя до 150 м. Висота променя над підстилаючою поверхнею повинна бути не менше як 0,2 м.

Нев'язки в ходах між вихідними пунктами та в полігонах повинні бути не більше $\pm 20\sqrt{L}$ (мм) при кількості станцій менше 15 на 1 км ходу і $\pm 5\sqrt{n}$ (мм) на місцевості із значними кутами нахилу, коли кількість станцій більше 15 на 1 км ходу, де L – довжина ходу (полігону) в км; n – кількість станцій в ході (полігоні).

Технічне нівелювання

Ходи технічного нівелювання прокладають між двома вихідними пунктами у вигляді одиночних ходів або системи ходів з однією або декількома вузловими точками.

Прокладання замкнутих ходів, що опираються обома кінцями на один і той самий вихідний пункт, не дозволяється.

У мережу технічного нівелювання включаються всі пункти планових мереж згущення (полігонометрії, трилатерації, триангуляції), які не включені в мережу нівелювання IV класу.

Довжини ходів технічного нівелювання визначають в залежності від висоти перерізу рельєфу топографічного знімання. Допустимі довжини ходів наведено в таблиці 7.

Таблиця 7

Допустимі довжини ходів технічного нівелювання

| Характеристика лінії | Довжини ходів (в км) при перерізах рельєфу | | |
|---|--|-------|--------------|
| | 0,25 м | 0,5 м | 1 м і більше |
| Між двома вихідними пунктами | 2,0 | 8 | 16 |
| Між вихідним пунктом та вузловою точкою | 1,5 | 6 | 12 |
| Між двома вузловими точками | 1,0 | 4 | 8 |

Для виконання технічного нівелювання застосовуються нівеліри із збільшенням зорової труби не менше $20\times$ та ціною поділки рівня не більше $45''$ на 2 мм, нівеліри із самовстановлювальною лінією візування, а також теодоліти з компенсатором або із рівнем при зоровій трубі.

Нівелірні рейки повинні мати шашковий малюнок із сантиметровими або двосантиметровими поділками.

Нівелювання виконують у одному напрямку.

Нормальна довжина променя візування 120 м. За добрих умов видимості та спокійних зображеннях довжину променя можна збільшити до 200 м.

Нев'язки нівелірних ходів або замкнутих полігонів не повинні перевищувати величин, що обчислені за формулою $f_h = \pm 50\sqrt{L}$ (мм), де L – довжина ходу (полігону) в км.

На місцевості із значними кутами нахилу, коли кількість станцій на 1 км ходу більше 25, допустима нев'язка обраховується за формулою $f_h = \pm 10\sqrt{n}$ (мм), де n – кількість штативів у ході (полігоні).

Тригонометричне нівелювання

Для визначення висот точок, геодезичної знімальної основи, при топографічному зніманні з перерізом рельєфу через 2 та 5 м, а також при топографічному зніманні місцевості, що вкрита горами, з перерізом рельєфу через 1 м геометричне нівелювання може бути замінене тригонометричним.

Вихідними знаками для тригонометричного нівелювання є пункти триангуляції, трилатерації і полігонометрії всіх класів і розрядів, висоти яких визначені геометричним нівелюванням. Вихідні пункти слід розташовувати не рідше ніж через п'ять сторін.

У разі доброї видимості і використання приладів точністю $1''$ і $2''$ кількість сторін між вихідними пунктами в гірських районах може бути збільшена в 1,5 рази.

Вертикальні кути при тригонометричному нівелюванні вимірюють на всі пункти, висоти яких не визначені з геометричного нівелювання. Вертикальні кути вимірюють одночасно з горизонтальними тими самими приладами в прямому і зворотному напрямках.

Нев'язки по висоті в ходах і замкнутих полігонах не повинні перевищувати величин, обчислених за формулою $f_h = 0,04S_{\text{сер}}\sqrt{n}$ (см), де $S_{\text{сер}} = [S]/n$, n – кількість ліній у ході (полігоні), S – довжина лінії в метрах.

В окремих випадках можуть встановлюватись вищі вимоги до точності тригонометричного нівелювання, при цьому методику роботи визначають на основі спеціальних розрахунків.

2.3. Передрозрахунок точності висотної мережі

Для окремого розімкнутого нівелірного ходу похибка репера, розташованого між вихідними реперами, обчислюється за формулою

$$m_i^2 = \frac{m_{\text{вих}}^2}{2} + \eta^2 \frac{(L - K)K}{L} \quad (60)$$

де $m_{\text{вих}}$ – похибка вихідного репера;

η – випадкова похибка на 1 км ходу;

K – відстань від репера, що визначається до найближчого вихідного, км;

L – довжина нівелірного ходу, км.

Для ходів, що сходяться у вузловій точці (рис. 18), похибка репера у вузловій точці E визначається за формулою

$$m_E = \frac{m_{AE}P_{AE} + m_{BE}P_{BE} + m_{CE}P_{CE}}{P_{AE} + P_{BE} + P_{CE}} \quad (61)$$

де m_{AE} , m_{BE} , m_{CE} – похибки по ходам, що обчислюються за формулою (60).

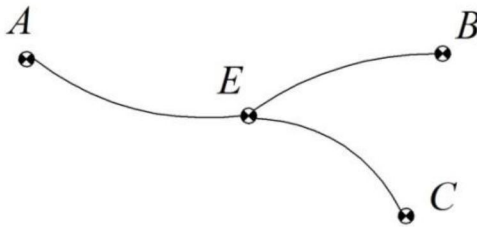


Рис. 18. Система ходів із вузловою точкою

Ваги ходів геометричного нівелювання знаходять за формулами

$$P_{AE} = \frac{1}{L_{AE}}; \quad P_{BC} = \frac{1}{L_{BC}}; \quad P_{CE} = \frac{1}{L_{CE}} \quad (62)$$

Отриману величину порівнюють із допустимими значеннями: допустимі значення середніх квадратичних похибок реперів при топографічній зйомці із висотою перерізу рельєфу 0,5 м складає 2,2 см; 1,0 м – 4,4 см; 2,0 м – 8,8 см.

При недопустимих величинах похибок висотні мережі проектується заново, підвищуючи клас нівелювання або зменшуючи довжини сторін.

Допустимі нев'язки для близького за часом двостороннього тригонометричного нівелювання обчислюємо за формулами:

$$\text{для ліній } f_{\text{дон}} = 2,5 \sqrt{\left(m_z \frac{S}{2\rho}\right)^2 + m_{iv}^2}, \quad (63)$$

$$\text{для ходів } f_{\text{дон}} = 2,5 \sqrt{\left(m_z \frac{S_{cp}}{2\rho}\right)^2 + m_{iv}^2}, \quad (64)$$

де m_z – похибка вимірювання зенітної відстані;

S – відстані між суміжними реперами;

m_i, m_v – похибки вимірювання висоти інструмента та візирної цілі;

$$S_{cp} = \frac{S_1 + S_2 + \dots + S_n}{n},$$

де n – число сторін ходу.

Якщо ходи тригонометричного нівелювання прокладаються для забезпечення топографічної зйомки, число сторін n та S_{cp} повинно бути наступним: при топографічній зйомці із висотою перерізу рельєфу 0,5 м складає 2,2 см; 1,0 м – 4,4 см; 2,0 м – 8,8 см.

2.4. Обґрунтування інструментального забезпечення нівелювання

З урахуванням вимог, які висуваються до інструментального забезпечення нівелювання, в додатках наведено перелік геодезичних приладів та їх технічні характеристики, що можуть використані для геометричного (ДОДАТОК 16) та тригонометричного (ДОДАТОК 14, 15) нівелювання.

Розділ 3. Кошторисна частина проекту

Кошторис запроектованих робіт визначається згідно «Збірника укрупнених кошторисних розцінок на топографо-геодезичні та картографічні роботи».

«Збірник укрупнених кошторисних розцінок на топографо-геодезичні та картографічні роботи» призначений для кошторисної вартості загальнодержавних топографо-геодезичних та картографічних робіт.

Збірник містить кошторисні розцінки та нормативи заробітної плати і трудових витрат на геодезичні роботи, топографічні зйомки, оновлення карт і планів, картографічні, обчислювальні, проектно-кошторисні роботи та складання технічних звітів про виконані роботи.

Розцінки розраховані відповідно до вимог нормативно-технічних документів (інструкцій, положень, керівних технічних документів щодо виконання топографо-геодезичних та картографічних робіт).

У Збірнику для кожного процесу наведено характеристики категорій складності, склад робіт і в її складі зарплату, трудові затрати в бригадо-днях. Наведений склад робіт для кожного процесу є коротким переліком основних операцій, які в залежності від конкретних умов можуть змінюватись без коригування розцінок.

Амортизація основних фондів (прилади, інструменти, обладнання тощо) розрахована у відсотках від їх балансової вартості згідно із статтею 8 Закону України «Про оподаткування прибутку підприємств».

У розцінках на польові роботи передбачено лише використання автомобільного транспорту.

Розцінки на різні види робіт, наведені у Збірнику укрупнених кошторисних розцінок на топографо-геодезичні та картографічні роботи [3] приведені нижче.

1. Геодезичні роботи

Рекогносцирування пунктів полігонометрії 4 класу, 1 і 2 розрядів

Характеристика категорій складності

I категорія: місцевість відкрита, рівнинна. Вулиці сільських населених пунктів і доріг зі слабким рухом транспорту і пішоходів.

II категорія: місцевість рівнинна, пересічена балками. Вулиці міськ і селищ з рухом транспорту і пішоходів середньої інтенсивності. Промислові та будівельні майданчики з невеликою забудовою, незна-

чною кількістю інженерних споруд, котлованів, траншей, відвалів, складів будівельних матеріалів.

III категорія: місцевість горбиста. Вулиці міст і селищ з інтенсивним рухом транспорту і пішоходів, забудовані внутрішні частини міських кварталів. Промислові та будівельні майданчики з середньою забудовою, середньою кількістю інженерних споруд, котлованів, траншей, відвалів, складів, будівельних майданчиків.

IV категорія: великі промислові та будівельні майданчики з великим числом підземних комунікацій, інженерних споруд, під'їзними коліями залізничного транспорту. Території рудників з інтенсивним вийманням ґрунту, шахтними провалами і відвалами. Головні магістралі великих міст з дуже інтенсивним рухом транспорту та пішоходів.

Таблиця 8

Рекогносцирування пунктів полігонометрії 4 класу, 1 і 2 розрядів

| Шифр норми | Найменування процесів, робіт | Категорії складності робіт | Одиниця виміру | Розцінка, грн. | | Трудові затрати (бригадо-дні) |
|------------|--|----------------------------|----------------|----------------|-----------------|-------------------------------|
| | | | | усього | у т.ч. зарплата | |
| 019 | Рекогносцирування пунктів полігонометрії 4 класу зі сторонами 2-5 км | I | пункт | 60,74 | 6,90 | 0,19 |
| 0110 | | II | - | 66,79 | 7,84 | 0,21 |
| 0111 | | III | - | 71,02 | 8,48 | 0,23 |
| 0112 | | IV | - | 97,30 | 12,52 | 0,34 |
| 0113 | Рекогносцирування пунктів полігонометрії 4 класу зі сторонами 250-2000 м | I | пункт | 29,37 | 2,09 | 0,06 |
| 0114 | | II | - | 30,88 | 2,32 | 0,06 |
| 0115 | | III | - | 32,99 | 2,64 | 0,07 |
| 0116 | | IV | - | 36,01 | 3,11 | 0,08 |
| 0117 | Рекогносцирування пунктів полігонометрії 1 і 2 розрядів | I | пункт | 25,01 | 1,85 | 0,05 |
| 0118 | | II | - | 26,82 | 2,13 | 0,06 |
| 0119 | | III | - | 28,63 | 2,42 | 0,06 |
| 0120 | | IV | - | 29,84 | 2,60 | 0,07 |

Рекогносцирування пунктів 4 класу, 1 і 2 розрядів на території міст, селищ і промислових майданчиків, які визначаються супутниковими радіонавігаційними системами

Характеристика категорій складності робіт:

1 категорія: місцевість рівнинна, відкрита, населені пункти з одно- і двоповерховою забудовою. Антена приймача СРНС сигналів встановлюється над центром пункту. Перешкоди для приймання супутникових сигналів над горизонтом відсутні

2 категорія: місцевість забудована багатоповерховими будівлями та промисловими об'єктами. Розвинута мережа міського електрот-

ранспорту. Наявність поблизу пунктів теле- та радіостанцій, які деформують супутникові сигнали. Приймання сигналів виконують тільки під час перерви в їх роботі.

Таблиця 9

Рекогносцирування пунктів 4 класу, 1 і 2 розрядів на території міст, селищ і промислових майданчиків, які визначаються супутниковими радіонавігаційними системами

| Шифр норми | Найменування процесів, робіт | Категорії складності робіт | Одиниця виміру | Розцінка, грн. | | Трудові затрати (бригадо-дні) |
|------------|---|----------------------------|----------------|----------------|-----------------|-------------------------------|
| | | | | усього | У т.ч. зарплата | |
| 0130 | Рекогносцирування пунктів 4 класу | I | пункт | 53,54 | 6,48 | 0,17 |
| 0131 | | II | - | 64,18 | 8,11 | 0,22 |
| 0132 | Рекогносцирування пунктів 1 розряду | I | пункт | 27,76 | 2,55 | 0,07 |
| 0133 | | II | - | 33,84 | 3,48 | 0,09 |
| 0134 | Рекогносцирування пунктів 2 розряду | I | пункт | 26,24 | 2,32 | 0,06 |
| 0135 | | II | - | 32,32 | 3,25 | 0,09 |
| 0136 | Рекогносцирування пунктів мікротріангуляції | I | пункт | 41,44 | 4,64 | 0,12 |
| 0137 | | II | - | 48,38 | 5,69 | 0,15 |

Обстеження і оновлення пунктів полігонометрії 4 класу, 1 і 2 розрядів на території міст, селищ і промислових майданчиків

Характеристика категорій складності робіт

1 категорія: територія забудована. Знак на рівні поверхні землі.

2 категорія: територія середньої забудови. Знак нижче рівня поверхні землі. Зовнішнє оформлення знака збереглося погано.

3 категорія: території щільної забудови. Знак нижче поверхні землі. Зовнішнє оформлення знака відсутнє.

Таблиця 10

Обстеження і оновлення пунктів полігонометрії 4 класу, 1 і 2 розрядів на території міст, селищ і промислових майданчиків

| Шифр норми | Найменування процесів, робіт | Категорії складності робіт | Одиниця виміру | Розцінка, грн. | | Трудові затрати (бригадо-дні) |
|------------|---|----------------------------|----------------|----------------|-----------------|-------------------------------|
| | | | | усього | У т.ч. зарплата | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 0178 | Обстеження пунктів полігонометрії 4 класу, 1 і 2 розряду: а) візуальний розшук | I | пункт | 27,47 | 2,94 | 0,07 |

Продовження таблиці 10

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|------|----------------------------|--|-------|-------|-------|------|
| 0179 | | II | - | 30,53 | 2,94 | 0,08 |
| 0180 | | III | - | 43,92 | 4,91 | 0,14 |
| 0181 | б) інструментальний розшук | I | пункт | 44,07 | 4,91 | 0,14 |
| 0182 | | II | - | 50,82 | 5,91 | 0,16 |
| 0183 | | III | - | 77,52 | 9,83 | 0,27 |
| 0184 | | Обстеження і оновлення пунктів полігонометрії 4 класу, 1 і 2 розрядів: а) візуальний розшук | I | пункт | 61,03 | 7,44 |
| 0185 | II | | - | 65,91 | 8,16 | 0,23 |
| 0186 | III | | - | 72,63 | 9,15 | 0,25 |
| 0187 | б) інструментальний розшук | I | пункт | 77,82 | 9,87 | 0,27 |
| 0188 | | II | - | 84,57 | 10,86 | 0,30 |
| 0189 | | III | - | 93,47 | 12,17 | 0,34 |

Установлення металевих пірамід

Характеристика категорій складності робіт

I категорія: будівельні умови сприятливі, перешкоди для розміщення будівельного обладнання та матеріалів, підйому знака відсутні. Природні фактори не заважають будівництву.

II категорія: будівельні умови малосприятливі, рельєф місцевості та близько розташовані споруди перешкоджають розміщенню будівельного обладнання, матеріалів, існують також природні фактори, які заважають будівництву знака та підйому.

III категорія: будівельні умови несприятливі для розміщення будівельного обладнання та матеріалів, надто перешкоджають будівлі та рельєф місцевості. Природні фактори суттєво ускладнюють будівельні роботи.

Таблиця 11

Установлення металевих пірамід

| Шифр норми | Найменування процесів, робіт | Категорії складності робіт | Одиниця виміру | Розцінка, грн. | | Трудові затрати (бригадо-дні) |
|------------|--------------------------------|----------------------------|----------------|----------------|-----------------|-------------------------------|
| | | | | усього | у т.ч. зарплата | |
| 0190 | Установлення металевих пірамід | I | пункт | 175,28 | 25,98 | 0,60 |
| 0191 | | II | - | 261,56 | 38,76 | 0,91 |
| 0192 | | III | - | 374,06 | 55,44 | 1,28 |

Ремонт металевих геодезичних знаків на будівлях

Характеристика категорій складності робіт

I категорія: поточний ремонт.

II категорія: середній ремонт.

III категорія: капітальний ремонт.

Таблиця 12

Ремонт металевих геодезичних знаків на будівлях

| Шифр норми | Найменування процесів, робіт | Категорії складності робіт | Одиниця виміру | Розцінка, грн. | | Трудові затрати (бригадо-дні) |
|------------|---|----------------------------|----------------|----------------|-----------------|-------------------------------|
| | | | | усього | у т.ч. зарплата | |
| 0193 | Ремонт металевих геодезичних знаків на будівлях | I | знак | 301,06 | 45,66 | 0,85 |
| 0194 | | II | - | 402,16 | 61,00 | 1,14 |
| 1095 | | III | - | 600,29 | 91,05 | 1,70 |

Знесення старих геодезичних знаків

Характеристика категорій складності робіт

I категорія: умови сприятливі. Природні фактори не заважають знесення знака.

II категорія: умови малосприятливі. Природні фактори частково заважають знесення знака.

III категорія: умови несприятливі. Природні фактори суттєво ускладнюють знесення знака.

Таблиця 13

**Знесення старих геодезичних знаків
(простих і складних сигналів, пірамід)**

| Шифр норми | Найменування процесів, робіт | Категорії складності робіт | Одиниця виміру | Розцінка, грн. | | Трудові затрати (бригадо-дні) |
|------------|-------------------------------------|----------------------------|----------------|----------------|-----------------|-------------------------------|
| | | | | усього | у т.ч. зарплата | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 0196 | Знесення старих геодезичних знаків: | I | знак | 60,06 | 9,22 | 0,17 |
| 0197 | | II | - | 63,23 | 9,70 | 0,18 |
| 0198 | | III | - | 65,94 | 10,12 | 0,18 |
| 0199 | а) пірамід, простих сигналів | I | - | 103,47 | 15,88 | 0,29 |
| 01100 | | II | - | 109,35 | 16,78 | 0,30 |
| 01101 | висотою 15 м | III | - | 114,77 | 17,61 | 0,32 |
| 01102 | | I | - | 137,38 | 21,08 | 0,38 |
| 01103 | | II | - | 145,90 | 22,39 | 0,40 |
| 01104 | висотою 20 м | III | - | 153,58 | 23,57 | 0,42 |
| 01105 | | I | - | 178,90 | 27,45 | 0,50 |
| 01106 | | II | - | 188,40 | 28,91 | 0,52 |
| 01107 | | III | - | 197,90 | 30,37 | 0,55 |

Продовження таблиці 13

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|-------|--------------|-----|---|--------|-------|------|
| 01108 | висотою 30 м | I | - | 228,64 | 35,08 | 0,63 |
| 01109 | | II | - | 241,23 | 37,02 | 0,67 |
| 01110 | | III | - | 252,98 | 38,82 | 0,70 |

Виготовлення залізобетонних і бетонних монолітів для центрів, які закладаються на пунктах державної геодезичної мережі, та розрядних мереж згущення в містах, селищах і на промислових майданчиках

Таблиця 14

Виготовлення залізобетонних і бетонних монолітів для центрів, які закладаються на пунктах державної геодезичної мережі, та розрядних мереж згущення в містах, селищах і на промислових майданчиках

| Шифр норми | Найменування процесів, робіт | Категорії складності робіт | Одиниця виміру | Розцінка, грн. | | Трудові затрати (бригадо-дні) |
|------------|---|----------------------------|----------------|----------------|-----------------|-------------------------------|
| | | | | усього | у т.ч. зарплата | |
| 01111 | Виготовлення комплектів блоків для центрів: | | центр | 110,02 | 12,37 | 0,17 |
| 01112 | | | - | 92,92 | 12,37 | 0,17 |
| 01113 | | | - | 81,47 | 12,37 | 0,17 |
| 01114 | | | - | 160,27 | 12,37 | 0,17 |
| 01115 | | | - | 126,46 | 12,37 | 0,17 |
| | | | | | | |

Таблиця 15

Виготовлення металевих пірамід і сигналів

| Шифр норми | Найменування процесів, робіт | Категорії складності робіт | Одиниця виміру | Розцінка, грн. | | Трудові затрати (бригадо-дні) |
|------------|--------------------------------|----------------------------|----------------|----------------|-----------------|-------------------------------|
| | | | | усього | у т.ч. зарплата | |
| 01116 | Виготовлення сигналів висотою: | | сигнал | 6198,90 | 113,83 | 1,61 |
| 01117 | | | - | 7163,39 | 127,96 | 1,81 |
| 01118 | | | - | 8328,00 | 142,10 | 2,01 |
| 01119 | | | - | 8692,52 | 170,37 | 2,41 |
| 01120 | Виготовлення металевих пірамід | | піраміда | 835,34 | 95,27 | 1,35 |

Закладення центрів на пунктах полігонометрії 4 класу, 1 і 2 розрядів у містах, селищах і на промислових майданчиках

Характеристика категорій ґрунтів:

I категорія: ґрунт м'який (розпушування ґрунту здійснюється штиковими лопатами). Ґрунт рослинного шару і торф без коріння чагарників та дерев; лес, пісок, супісок природної вологи без домішок; суглинок легкий і лесовидний.

II категорія: ґрунт середньої твердості (розпушування ґрунту здійснюється штиковими лопатами з частковим застосуванням кирки або лому). Гравій дрібний та середній; глина жирна, м'яка; ґрунт рослинного шару з корінням чагарників і дерев або з домішками щебеню та гравію; торф з корінням; лес, пісок, суглинок природної вологи з домішками щебеню або гравію; суглинок важкий; солончак і солонець м'які; чорнозем та каштановий ґрунт природної вологи; щебінь дрібний.

III категорія: ґрунт більше ніж середньої твердості та твердий (розпушування ґрунту здійснюється кирками, ломами і молотами). Галька і гравій дрібні та середні з домішкою валунів; глина тверда, ломова, сланцева, морена з домішками щебеню, гальки і валунів; ліс твердий і затверділий; пісок, суглинок, супісок з домішками, чорнозем та каштановий ґрунт сухий затверділий; щебінь крупний.

IV категорія: ґрунт розбірно-скальний (розпушування ґрунту здійснюється ломами, клинами і молотами). Вапняк м'який, пористий, вивітрений; гіпс; дерн; крейда м'яка і тверда; мергель м'який; сланці вивітрені, мало вивітрені, глинисті, середньої міцності; туф; черепашник.

Таблиця 16

Закладення центрів на пунктах полігонометрії 4 класу, 1 і 2 розрядів у містах, селищах і на промислових майданчиках

| Шифр норми | Найменування процесів, робіт | Категорії складності робіт | Одиниця виміру | Розцінка, грн. | | Трудові затрати (бригадо-дні) |
|------------|--|----------------------------|----------------|----------------|-----------------|-------------------------------|
| | | | | усього | у т.ч. зарплата | |
| 01129 | Закладення центрів на пунктах 4 класу, 1 і 2 розрядів в містах, на незабудованій території, тип У15Н | I | центр | 96,51 | 14,90 | 0,33 |
| 01130 | | II | - | 110,95 | 17,26 | 0,38 |
| 01131 | | III | - | 161,20 | 25,47 | 0,56 |
| 01132 | | IV | - | 197,00 | 31,32 | 0,69 |
| 01133 | Те саме на забудованій території, тип У15 | I | центр | 99,55 | 12,64 | 0,28 |
| 01134 | | II | - | 108,79 | 14,15 | 0,31 |
| 01135 | | III | - | 137,09 | 18,77 | 0,41 |
| 01136 | | IV | - | 190,22 | 27,45 | 0,61 |

Установлення охоронного чавунного ковпака над центром пунктів полігонометрії 4 класу, 1 і 2 розрядів у містах, селищах та на промислових майданчиках

Характеристика категорій складності робіт

I категорія: ґрунт м'який (розпушування ґрунту здійснюється за допомогою штикових лопат). Верхній шар землі без твердого покриття.

II категорія: ґрунт середньої твердості (розпушування ґрунту здійснюється за допомогою штикових лопат з частковим застосуванням кирки або лома). Верхній шар землі з твердим покриттям (асфальт).

Таблиця 17

Установлення охоронного чавунного ковпака над центром пунктів полігонометрії 4 класу, 1 і 2 розрядів у містах, селищах та на промислових майданчиках

| Шифр норми | Найменування процесів, робіт | Категорії складності робіт | Одиниця виміру | Розцінка, грн. | | Трудові затрати (бригадо-дні) |
|------------|--------------------------------|----------------------------|----------------|----------------|-----------------|-------------------------------|
| | | | | усього | у т.ч. зарплата | |
| 01137 | Установлення чавунного ковпака | I | ковпак | 26,17 | 3,73 | 0,11 |
| 01138 | | II | - | 33,30 | 4,75 | 0,15 |

Закладання стінних знаків полігонометрії у містах, селищах та на промислових майданчиках

Характеристика категорій складності робіт

I категорія: стінні знаки закладають в будинках і спорудах із цегли або каменю м'якої породи (вапняк, піщаник тощо).

II категорія: стінні знаки закладають в будинках і спорудах із залізобетону або каменю твердої породи (граніт, базальт, кремій тощо).

Таблиця 3.11

Закладання стінних знаків полігонометрії у містах, селищах та на промислових майданчиках

| Шифр норми | Найменування процесів, робіт | Категорії складності робіт | Одиниця виміру | Розцінка, грн. | | Трудові затрати (бригадо-дні) |
|------------|---|----------------------------|----------------|----------------|-----------------|-------------------------------|
| | | | | усього | у т.ч. зарплата | |
| 01139 | Закладання стінних знаків полігонометрії в містах | I | центр | 48,04 | 6,18 | 0,18 |
| 01140 | | II | - | 103,31 | 14,11 | 0,42 |

Закладання орієнтирних пунктів

Категорію складності робіт визначають за характеристиками категорій складності «Закладення центрів на пунктах полігонометрії 4 класу, I і 2 розрядів у містах, селищах і на промислових майданчиках»

Таблиця 18

Закладання орієнтирних пунктів

| Шифр норми | Найменування процесів, робіт | Категорії складності робіт | Одиниця виміру | Розцінка, грн. | | Трудові затрати (бригадо-дні) |
|------------|--------------------------------|----------------------------|----------------|----------------|-----------------|-------------------------------|
| | | | | усього | у т.ч. зарплата | |
| 01141 | Закладення орієнтирних пунктів | I | центр | 75,63 | 8,01 | 0,25 |
| 01142 | | II | - | 93,08 | 9,98 | 0,31 |
| 01143 | | III | - | 137,02 | 14,93 | 0,46 |
| 01144 | | IV | - | 213,27 | 24,84 | 0,76 |

Вимірювання кутів і ліній на пунктах полігонометрії 4 класу, I і 2 розрядів на забудованій території міст, селищ і промислових майданчиків

Характеристика категорій складності робіт

I категорія: полігонометричні ходи прокладають: по вулицях та проїздах міст, приміських селищ або по шосейних і ґрунтових дорогах приміських районів зі слабким рухом транспорту і пішоходів, які не заважають виконанню робіт.

II категорія: полігонометричні ходи прокладають: по вулицях міст та селищ або приміських шосейних і ґрунтових дорогах з рухом транспорту середньої інтенсивності; по широких (більше 20 м) вулицях дачних селищ та сільських населених пунктів зі слабким рухом транспорту; у приміській рівнинній або горбистій напівзакритій місцевості.

III категорія: полігонометричні ходи прокладають: у позаміській, повністю закритій місцевості або в річній заплаві, покритій лісом, по заболочених ділянках; по прямолінійних вулицях великих міст з великою інтенсивністю руху транспорту та пішоходів.

IV категорія: полігонометричні ходи прокладають: у позаміській гірській місцевості; по вузьких кривих вулицях міст з великою кількістю зелених насаджень та великою інтенсивністю руху транспорту і пішоходів; на території гірничопромислових підприємств.

Таблиця 19

Вимірювання кутів і ліній на пунктах полігонометрії 4 класу, 1 і 2 розрядів на забудованій території міст, селищ і промислових майданчикях

| Шифр норми | Найменування процесів, робіт | Категорії складності робіт | Одиниця виміру | Розцінка, грн. | | Трудові затрати (бригадо-дні) |
|------------|--|----------------------------|----------------|----------------|-----------------|-------------------------------|
| | | | | усього | у т.ч. зарплата | |
| 01165 | Вимірювання кутів і ліній на пунктах полігонометрії 4 класу: при двох напрямках з пункту | I | пункт | 95,20 | 10,32 | 0,18 |
| 01166 | | II | - | 106,08 | 11,94 | 0,21 |
| 01167 | | III | - | 117,92 | 13,71 | 0,24 |
| 01168 | | IV | - | 129,52 | 29,15 | 0,27 |
| 01169 | | V | - | 151,12 | 18,67 | 0,32 |
| 01170 | більше двох напрямків з пункту | I | пункт | 128,24 | 15,25 | 0,27 |
| 01171 | | II | - | 142,64 | 17,40 | 0,30 |
| 01172 | | III | - | 158,00 | 19,70 | 0,34 |
| 01173 | | IV | - | 171,45 | 21,71 | 0,38 |
| 01174 | | V | - | 185,85 | 23,86 | 0,42 |
| 01175 | Вимірювання кутів і ліній на пунктах полігонометрії 1 і 2 розрядів: при двох напрямках з пункту | I | пункт | 70,24 | 6,58 | 0,11 |
| 01176 | | II | - | 75,28 | 7,33 | 0,13 |
| 01177 | | III | - | 81,28 | 8,23 | 0,14 |
| 01178 | | IV | - | 89,20 | 9,41 | 0,16 |
| 01179 | | V | - | 99,76 | 10,99 | 0,19 |
| 01180 | більше двох напрямків з пункту | I | пункт | 77,44 | 7,66 | 0,13 |
| 01181 | | II | - | 83,20 | 8,52 | 0,15 |
| 01182 | | III | - | 90,32 | 9,59 | 0,17 |
| 01183 | | IV | - | 99,77 | 10,94 | 0,19 |
| 01184 | | V | - | 112,08 | 12,84 | 0,22 |

Визначення орієнтирних пунктів (ОПТ), вимірювання контрольного кута між орієнтирними пунктами

Характеристика категорій складності робіт

I категорія: місцевість відкрита, степова, рівнинна або слабогорбиста. Умови видимості для вимірювань сприятливі. Вимірювання здійснюють зі штативів або простих сигналів.

II категорія: місцевість залісена, незаболочена. Умови видимості для вимірювань малосприятливі. Вимірювання виконують із простих сигналів.

Місцевість рівнинна або слабогорбиста, частково закрита. Вимірювання виконують зі штативів або простих сигналів.

III категорія: місцевість покрита лісом, слабогорбиста, частково заболочена. Умови видимості для вимірювань несприятливі. вимірювання здійснюють зі складних сигналів.

Гірські райони з висотами до 2000 м.

Таблиця 20

Визначення орієнтирних пунктів (ОРП), вимірювання контрольного кута між орієнтирними пунктами

| Шифр норми | Найменування процесів, робіт | Категорії складності робіт | Одиниця виміру | Розцінка, грн. | | Трудові затрати (бригадо-дні) |
|------------|---|----------------------------|----------------|----------------|-----------------|-------------------------------|
| | | | | усього | у т.ч. зарплата | |
| 01203 | Визначення орієнтирних пунктів, вимірювання контрольного кута між орієнтирними пунктами | I | пункт | 147,41 | 20,56 | 0,56 |
| 01204 | | II | - | 163,21 | 22,90 | 0,62 |
| 01205 | | III | - | 190,43 | 49,82 | 0,73 |

Знесення координат геодезичних пунктів з дахів будівель та з вершин місцевих предметів на землю

Процес знесення координат з вершин місцевих предметів та пунктів на будівлях за категоріями складності не поділяється

Таблиця 21

Знесення координат геодезичних пунктів з дахів будівель та з вершин місцевих предметів на землю

| Шифр норми | Найменування процесів, робіт | Категорії складності робіт | Одиниця виміру | Розцінка, грн. | | Трудові затрати (бригадо-дні) |
|------------|---|----------------------------|----------------|----------------|-----------------|-------------------------------|
| | | | | усього | у т.ч. зарплата | |
| 01206 | Знесення координат геодезичних пунктів з дахів будівель та з вершин місцевих предметів на землю | | пункт | 252,61 | 35,76 | 1,01 |

Обстеження і оновлення знаків нівелювання

Характеристика категорій складності

I категорія: місцевість відкрита з крупними формами рельєфу і розвинутою мережею поліпшених доріг. Кількість контурів та орієнтирів велика. Грунт м'який. Верхній шар ґрунту без коріння кущів і дерев.

II категорія: місцевість пагорбкувата, місцями напівзакрита з добре вираженим рельєфом і з розвинутою мережею ґрунтових доріг. Ґрунт м'який. Рослинний покрив трав'янистого походження з корінням кущів. Кількість контурів та орієнтирів обмежена.

Ґрунти – жирна глина, леси вологі з домішками гравію. Верхній шар ґрунту трав'янистого походження.

III категорія: місцевість напівзакрита з дрібними формами рельєфу. Кількість контурів та орієнтирів обмежена. Ґрунт середньої твердості, тверда глина, м'яка глина з домішками гравію, сланцева глина, пісок з домішками гравію, чорнозем та каштановий – сухий, затверділий.

Місцевість рівнина, закрита. Дорожня мережа розвинута слабо. Кількість контурів та орієнтирів обмежена. Верхній шар ґрунту з корінням кущів.

Таблиця 22

Обстеження і оновлення знаків нівелювання

| Шифр норми | Найменування процесів, робіт | Категорії складності робіт | Одиниця виміру | Розцінка, грн. | | Трудові затрати (бригадо-дні) |
|----------------------------------|--|----------------------------|----------------------------|----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | | | | усього | у т.ч. зарплата | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 03213 03214 03215 03216 | Обстеження знаків нівелювання: при віддалі між знаками 5 км: | I II III | репер або марка - | 45,89 55,38 66,36 37,22 | 6,09 7,45 9,03 5,02 | 0,18 0,22 0,26 0,15 |
| | ґрунтових та скельних | | | | | |
| | - | | | | | |
| | стінних реперів та марок | | | | | |
| 03217 03218 03219 03220 | при віддалі між знаками 7 км: | I II III | - - - - | 52,38 67,86 87,33 45,27 | 7,02 9,24 12,04 6,16 | 0,20 0,27 0,35 0,18 |
| | ґрунтових та скельних | | | | | |
| | - | | | | | |
| | стінних реперів та марок | | | | | |
| | марок | | | | | |

Продовження таблиці 22

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|-------|---|-----|-------|--------|-------|------|
| | Обстеження та оновлення знаків нівелювання: | | | | | |
| | при віддалі між знаками 5 км: | | | | | |
| 03221 | грунтових | I | репер | 153,20 | 19,33 | 0,41 |
| 03222 | - | II | або | 174,03 | 22,76 | 0,48 |
| 03223 | - | III | марка | 194,27 | 26,10 | 0,55 |
| 03224 | грунтових, скельних | I | - | 157,26 | 19,33 | 0,41 |
| 03225 | - | II | - | 178,09 | 22,76 | 0,48 |
| 03226 | - | III | - | 198,33 | 26,10 | 0,55 |
| 03227 | стінних реперів та марок | | | 57,45 | 6,59 | 0,19 |
| | при віддалі між знаками 7 км: | | | | | |
| 03228 | грунтових | I | - | 163,32 | 21,00 | 0,45 |
| 03229 | - | II | - | 194,27 | 26,10 | 0,55 |
| 03230 | - | III | - | 221,06 | 30,52 | 0,65 |
| 03231 | грунтових, стінних | I | - | 167,37 | 21,00 | 0,45 |
| 03232 | - | II | - | 198,33 | 26,10 | 0,55 |
| 03233 | - | III | - | 225,11 | 30,52 | 0,65 |
| 03234 | стінних реперів та марок | | - | 66,00 | 7,81 | 0,23 |

Обстеження та оновлення знаків нівелювання I, II, III і IV класів у містах, селищах та на забудованих територіях

Таблиця 23

Обстеження та оновлення знаків нівелювання I, II, III і IV класів у містах, селищах та на забудованих територіях

| Шифр норми | Найменування процесів, робіт | Категорії складності робіт | Одиниця виміру | Розцінка, грн. | | Трудові затрати (бригадо-дні) |
|------------|---|----------------------------|----------------|----------------|-----------------|-------------------------------|
| | | | | усього | у т.ч. зарплата | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | Обстеження знаків нівелювання в містах, селищах та на забудованих територіях: | | | | | |
| | а) з переїздом на машині | | | | | |
| 03235 | грунтових | | репер | 28,91 | 3,65 | 0,11 |
| 03236 | стінних | | або | 19,98 | 2,58 | 0,07 |
| | б) пішки | | марка | | | |

Продовження таблиці 23

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|----------------|---|---|-----------------------|-----------------|---------------|--------------|
| 03237 03238 | грунтових стінних Обстеження та оновлення знаків нівелювання в містах, селищах та на забудованих територіях з переїздом на машині | | репер або марка | 17,09 10,77 | 4,01 2,58 | 0,12 0,07 |
| 03239 03241 | грунтових стінних | | - - | 130,58 48,62 | 15,60 5,37 | 0,33 0,16 |

Нівелювання IV класу

Характеристика категорій складності робіт

I категорія: лінію нівелювання прокладають в рівнинній місцевості по дорогах ухилом до 0,01. Кількість штативів на 1 км ходу не більше 5. Пересування неускладнене. Умови видимості сприятливі.

II категорія: лінії нівелювання прокладають: а – у рівнинній місцевості по дорогах з ухилом до 0,02. Кількість штативів на 1 км ходу нівелювання до 8; б – у рівнинній степовій місцевості без доріг.

III категорія: лінію нівелювання прокладають: а – у слабопересіченій місцевості ухилом до 0,025. Кількість штативів на 1 км ходу – до 9; б – через великі населені пункти сільського типу.

IV категорія: лінію нівелювання прокладають: а – у пересіченій місцевості з ухилом до 0,03. Кількість штативів на 1 км ходу – 10-11; б – у відкритих заплавах великих річок при наявності стариць, протоків та рукавів або в місцях розташування великих залізничних станцій.

V категорія: лінії нівелювання прокладають: а – у пересіченій горбкуватій місцевості з ухилом до 0,035. Кількість штативів на 1 км ходу – 12-14; б – у болотистій або піщаній місцевості або вздовж напівзарослих берегів річок.

VI категорія: лінію нівелювання прокладають: а – по сильно пересіченій місцевості з ухилом до 0,045. Кількість штативів на 1 км ходу – 15-17; б – в болотистій місцевості, де є потреба в забиванні кілків (до 15%) для установки штативу, або по зарослих берегах малих річок та струмків без наявності доріг та стежок.

VII категорія: лінію нівелювання прокладають: а – у місцевості з середньогірським рельєфом з ухилом до 0,06. Кількість штативів на 1 км ходу – 18-21; б – вздовж зарослих важкодоступних берегів річок з перекиданням ходу через річку або в зонах поливного землеробства без доріг.

VIII категорія: лінії нівелювання прокладають: а – у гірській місцевості по дорогах, стежках та просіках з ухилом до 0,07. Кількість штативів на 1 км ходу – 22-35; б – по важкодоступній залісеній місцевості з моховим покривом без доріг та стежок або вздовж зарослих важкодоступних берегів річок з перекиданням ходу через річку.

Таблиця 24

Нівелювання IV класу

| Шифр норми | Найменування процесів, робіт | Категорії складності робіт | Одиниця виміру | Розцінка, грн. | | Трудові затрати (бригадо-дні) |
|------------|------------------------------|----------------------------|----------------|----------------|-----------------|-------------------------------|
| | | | | усього | у т.ч. зарплата | |
| 03284 | Нівелювання IV класу | I | пог. км | 41,92 | 6,60 | 0,09 |
| 03285 | | II | - | 50,45 | 7,98 | 0,11 |
| 03286 | | III | - | 56,14 | 8,90 | 0,12 |
| 03287 | | IV | - | 63,73 | 10,12 | 0,14 |
| 03288 | | V | - | 69,42 | 11,04 | 0,15 |
| 03289 | | VI | - | 80,80 | 12,88 | 0,17 |
| 03290 | | VII | - | 99,77 | 15,95 | 0,22 |
| 03291 | | VIII | - | 119,69 | 19,17 | 0,26 |

Нівелювання IV класу в містах, селищах та на промислових майданчиках

Таблиця 25

Характеристика категорій складності робіт

| Характеристика місцевості (схил місцевості) | Кількість штативів | Категорії складності робіт, якщо рух транспорту і пішоходів | | |
|---|--------------------|---|----------|-------------|
| | | слабкий | середній | інтенсивний |
| від 0,02 до 0,03 | 6-15 | I | II | III |
| від 0,03 до 0,05 | 15-21 | II | III | IV |
| від 0,05 до 0,07 | 21-27 | III | IV | V |
| більше 0,07 | 27-35 | IV | V | - |

Таблиця 26

Нівелювання IV класу в містах, селищах та на промислових майданчиках

| Шифр норми | Найменування процесів, робіт | Категорії складності робіт | Одиниця виміру | Розцінка, грн. | | Трудові затрати (бригадо-дні) |
|------------|--|----------------------------|----------------|----------------|-----------------|-------------------------------|
| | | | | усього | у т.ч. зарплата | |
| 03302 | Нівелювання IV класу в містах, селищах та на промислових майданчиках | I | пог. км | 65,63 | 10,43 | 0,14 |
| 03303 | | II | - | 86,50 | 13,80 | 0,19 |
| 03304 | | III | - | 120,64 | 19,33 | 0,26 |
| 03305 | | IV | - | 175,65 | 28,22 | 0,38 |
| 03306 | | V | - | 261,97 | 42,18 | 0,57 |

Технічне нівелювання

Характеристика категорій складності робіт

I категорія: лінію нівелювання прокладають в рівнинній місцевості з ухилом 0,01. Пересування неускладнене. Середня кількість штативів на 1 км ходу – 5.

II категорія: лінію нівелювання прокладають в пересічній місцевості з ухилом до 0,025. Середня кількість штативів на 1 км ходу – до 9.

III категорія: лінію нівелювання прокладають: а – у пересіченій горбкуватій місцевості з ухилом до 0,035. Середня кількість штативів на 1 км ходу – до 13; б – у заболоченій або піщаній місцевості, а також вздовж напівзарослих берегів річок чи на закріплених рівних пісках.

IV категорія: лінію нівелювання прокладають: а – у місцевості з середньогірським рельєфом з ухилом до 0,060. Середня кількість штативів на 1 км ходу – до 20; б – вздовж зарослих труднопрохідних берегів річок з перекиданням ходу через річку або в зоні поливного землеробства чи на закріплених бугристих пісках.

Таблиця 27

Технічне нівелювання

| Шифр норми | Найменування процесів, робіт | Категорії складності робіт | Одиниця виміру | Розцінка, грн. | | Трудові затрати (бригадо-дні) | |
|------------|---|----------------------------|----------------|----------------|-----------------|-------------------------------|------|
| | | | | усього | у т.ч. зарплата | | |
| 03315 | Технічне нівелювання | I | пог. км. | 31,07 | 4,44 | 0,07 | |
| 03316 | | II | - | 40,45 | 5,84 | 0,10 | |
| 03317 | | III | - | 54,95 | 8,00 | 0,13 | |
| 03318 | | IV | - | 73,72 | 10,79 | 0,18 | |
| | Технічне нівелювання по готових пікетах при відстані між ними | | | | | | |
| 03319 | | 10 м | I | пог. км. | 69,46 | 10,15 | 0,17 |
| 03320 | | | II | - | 78,84 | 11,55 | 0,19 |
| 03321 | | | III | - | 90,79 | 13,33 | 0,22 |
| 03322 | | | IV | - | 107,85 | 15,87 | 0,26 |
| 03323 | | 20-25 м | I | пог. км. | 43,01 | 6,22 | 0,10 |
| 03324 | | | II | - | 56,66 | 8,25 | 0,14 |
| 03325 | | | III | - | 70,31 | 10,28 | 0,17 |
| 03326 | | | IV | - | 86,52 | 12,69 | 0,21 |
| 03327 | | 50 м | I | пог. км. | 36,19 | 5,20 | 0,09 |
| 03328 | | | II | - | 45,57 | 6,60 | 0,11 |
| 03329 | | | III | - | 58,37 | 8,50 | 0,14 |
| 03330 | IV | | - | 74,58 | 10,92 | 0,18 | |

2. Обчислювальні роботи

Опрацювання геодезичних вимірювань (планові мережі)

Таблиця 28

Попередні опрацювання матеріалів полігонометрії

| Шифр норми | Найменування процесів, робіт | Одиниця виміру | Розцінка, грн. | | Трудові затрати (бригадо-дні) |
|------------|--|----------------|----------------|-----------------|-------------------------------|
| | | | усього | у т.ч. зарплата | |
| | Опрацювання матеріалів полігонометрії: | | | | |
| 061585 | 4 класу | пункт | 36,32 | 17,81 | 0,64 |
| 061586 | 1 розряду | - | 33,69 | 17,39 | 0,62 |
| 061587 | 2 розряду | - | 33,44 | 17,25 | 0,62 |

Таблиця 29

Урівноваження, обчислення координат та складання каталогів геодезичних пунктів

| Шифр норми | Найменування процесів, робіт | Одиниця виміру | Розцінка, грн. | | Трудові затрати (бригадо-дні) |
|------------|--|----------------|----------------|-----------------|-------------------------------|
| | | | усього | у т.ч. зарплата | |
| 061593 | Урівноваження координат пунктів 4 класу, 1 і 2 розрядів | пункт | 10,31 | 3,55 | 0,14 |
| 061594 | Складання каталогів координат і висот геодезичних пунктів 4 класу, 1 і 2 розряду | пункт | 3,82 | 0,74 | 0,03 |

Опрацювання геодезичних вимірювань (висотна мережа)

Таблиця 30

Попередні опрацювання матеріалів тригонометричного нівелювання

| Шифр норми | Найменування процесів, робіт | Одиниця виміру | Розцінка, грн. | | Трудові затрати (бригадо-дні) |
|------------|--|----------------|----------------|-----------------|-------------------------------|
| | | | усього | у т.ч. зарплата | |
| 061595 | Попередні опрацювання матеріалів тригонометричного нівелювання | пункт | 15,82 | 7,96 | 0,42 |

Таблиця 31

Попереднє опрацювання матеріалів нівелювання IV класу та технічного нівелювання

| Шифр норми | Найменування процесів, робіт | Одиниця виміру | Розцінка, грн. | | Трудові затрати (бригадо-дні) |
|------------------|---|----------------|----------------|-----------------|-------------------------------|
| | | | усього | у т.ч. зарплата | |
| 061599 061600 | Попередні опрацювання матеріалів нівелювання IV класу | км | 8,99 | 4,22 | 0,21 |
| | технічного | - | 8,01 | 4,22 | 0,21 |

Таблиця 32

Урівноваження нівелірних мереж IV класу та технічного нівелювання

| Шифр норми | Найменування процесів, робіт | Одиниця виміру | Розцінка, грн. | | Трудові затрати (бригадо-дні) |
|------------|---|----------------|----------------|-----------------|-------------------------------|
| | | | усього | у т.ч. зарплата | |
| 061602 | Урівноваження нівелірних мереж IV класу та технічного нівелювання | пункт | 5,6 | 2,73 | 1,04 |

Таблиця 33

Складання зведених каталогів висот пунктів нівелювання IV класу

| Шифр норми | Найменування процесів, робіт | Одиниця виміру | Розцінка, грн. | | Трудові затрати (бригадо-дні) |
|------------|---|----------------|----------------|-----------------|-------------------------------|
| | | | усього | у т.ч. зарплата | |
| 061603 | Складання зведених каталогів висот пунктів нівелювання IV класу | пункт | 16,78 | 9,12 | 0,21 |

Таблиця 34

Заповнення формулярів карт і каталогів

| Шифр норми | Найменування процесів, робіт | Одиниця виміру | Розцінка, грн. | | Трудові затрати (бригадо-дні) |
|------------|---|----------------|----------------|-----------------|-------------------------------|
| | | | усього | у т.ч. зарплата | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 061604 | Заповнення формулярів: для топографічної зйомки | формуляр | 22,15 | 12,65 | 0,62 |
| 061605 | для картоскладальних робіт | - | 7,51 | 4,22 | 0,21 |

Продовження таблиці 34

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--------|-----------------------------|---|-------|-------|------|
| 061606 | для переоформлення карт | - | 22,09 | 12,65 | 0,62 |
| 061607 | для оновлення карт і планів | - | 29,46 | 16,86 | 0,83 |

3. Проектно-кошторисні роботи, складання технічних звітів

Складання технічних проектів і кошторисів на виконання топографо-геодезичних та картографічних робіт загальнодержавного призначення

Укрупнені кошторисні розцінки встановлені для середнього рівня витрат на розробку проектно-кошторисної документації. В залежності від складності проектних робіт технічні проекти поділені на групи з відповідними коефіцієнтами складності, що наведені в таблиці 35-36. Для проектування топографо-геодезичних та картографічних робіт в містах, відповідні коефіцієнти складності наведені в таблиці 37

Таблиця 35

Складання технічних проектів та кошторисів

| Шифр норми | Найменування процесів, робіт | Одиниця виміру | Розцінка, грн. | | Трудові затрати (бригадо-дні) |
|------------|------------------------------|----------------|----------------|-----------------|-------------------------------|
| | | | усього | у т.ч. зарплата | |
| 141614 | I група, 1,7 | проект | 6718 | 3284 | 158,6 |
| 141615 | II група, 1,4 | - | 5533 | 2705 | 130,6 |
| 141616 | III група, 1,2 | - | 4742 | 2318 | 112,0 |
| 141617 | IV група, 1,0 (базовий) | - | 3952 | 1932 | 93,3 |
| 141618 | V група, 0,8 | - | 3162 | 1546 | 74,6 |
| 141619 | VI група, 0,6 | - | 2371 | 1159 | 56,0 |
| 141620 | VII група, 0,4 | - | 1581 | 773 | 37,3 |

Таблиця 36

Коефіцієнти складності проектування топографо-геодезичних, картографічних та інших робіт

| Група, коефіцієнт складності | Вид проектно-кошторисної документації | Площа об'єкта, обсяг робіт |
|------------------------------|--|-------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| Геодезичні роботи | | |
| V, 0,8 | Побудова мереж згущення Обстеження пунктів міської геодезичної мережі та їх інвентаризація | 200 км ² 2000 пунктів |

Продовження таблиці 36

| 1 | 2 | 3 |
|-------------|---|---|
| IV, 1,0 | Згущення державної геодезичної мережі методом триангуляції. Обстеження та оновлення пунктів геодезичної мережі: 1) у промислово розвинутих та сільськогосподарських районах 2) у малонаселених районах Побудова геодезичної мережі згущення методом триангуляції та планово-висотної опорної мережі методом полігонометрії 4 класу і нівелювання II-IV класів | 500 пунктів 10 тис. км ² 20 тис. км ² 50 пунктів |
| III, 1,2 | Обстеження та згущення державної геодезичної мережі до густоти 1 пункт на 30 км ² у степових, рівнинногорбистих та відкритих гірських районах Обстеження та оновлення пунктів геодезичної та нівелірної мереж Побудова геодезичної основи для великомасштабних зйомок у містах з населенням від 500 тис. до 1 млн жителів незалежно від площі та обсягу робіт | 20 тис. км ² 1000 пунктів місто |
| II, 1,4 | Обстеження та згущення пунктів державної геодезичної мережі в важкодоступних районах та заболочених районах Обстеження та згущення пунктів державної геодезичної мережі в залісених та гірських районах до густоти 1 пункт на 30 км ² Побудова спеціальних геодезичних мереж (триангуляція, полігонометрія, трилатерація, супутникова мережа та нівелювання) на геодезичних полігонах та в районах крупних гідротехнічних споруд | 200 пунктів 15 тис. км ² 150 пунктів |

Продовження таблиці 36

| 1 | 2 | 3 |
|---------------------------------------|---|--|
| I, 1,7 | Обстеження та згущення державної геодезичної мережі в промислово розвинутих районах до густоти: 1) 1 пункт на 20-30 км ² 2) 1 пункт на 5-15 км ² Реконструкція планової та висотної геодезичної мережі в місті | 10 тис. км ² 4 тис. км ² 200 пунктів |
| Картографічні та обчислювальні роботи | | |
| VI, 0,6 | Складання та підготовка до видання топографічних карт масштабного ряду 1:25000-1:100000 Те саме – карт масштабу 1:100000 і 1:200000 Складання та підготовка до видання каталогів координат і висот геодезичних пунктів | 50 тис. км ² 80 тис. км ² 10 каталогів |
| IV, 1,0 | Складання та підготовка до видання каталогів координат і висот геодезичних пунктів Урівноваження та каталогізація державних геодезичних мереж | 20 каталогів 500 пунктів |
| V, 1,4 | Урівноваження нівелірних мереж I, II, III і IV класів | 10000 пунктів |
| Інші роботи | | |
| VII, 0,4 | Спостереження за осіданням будівель та споруд (незалежно від площі та обсягу робіт) Проекти та кошториси на: проектно-кошторисні роботи (незалежно від площі та обсягу робіт) обстеження геодезичних та нівелірних мереж спостереження на пунктах GPS переоформлення карт інші види проектно-кошторисної документації на роботи, вартістю до 5000 грн. | об'єкт проект, кошторис - - - |

Примітки:

1. Якщо обсяги робіт, що проектуються, відрізняються від наведених у таблиці, то група складності змінюється в залежності від співвідношення цих обсягів, а саме: в 1,2-1,5 раза – на 1 ступінь; в 1,6-2,0 раза – на 2 ступені; в 2,1-3,0 раза – на 3 ступені (але не нижче VI групи і не вище I групи).

2. Якщо вартість кошторисної документації менше ніж 5000 грн., то застосовується коефіцієнт 0,2 до розцінок.

Таблиця 37

Коефіцієнти складності проектування топографічних зйомок масштабів 1:2000 і 1:5000 в містах

| Група | Коефіцієнт складності проектування | Площа міста, що забруднюється, км ² | Розцінка, грн. |
|-------|------------------------------------|--|----------------|
| I | 1,7 | більше 100 км ² | 6718 |
| II | 1,4 | 100-50 | 5533 |
| III | 1,2 | 49-25 | 4742 |
| IV | 1,0 | 24-8 | 3952 |
| V | 0,8 | 7-3 | 3162 |
| VI | 0,6 | менше 3 | 2371 |

Складання технічних звітів про виконані роботи

Таблиця 38

Складання технічних звітів

| Шифр норми | Найменування процесів, робіт | Категорії складності робіт | Одиниця виміру | | Розцінка, грн. |
|-----------------------------|--|----------------------------|----------------|-----------------|----------------|
| | | | усього | у т.ч. зарплата | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1. Геодезичні роботи | | | | | |
| 141622 | Створення геодезичних мереж 1, 2, 3 і 4 класів: 1) побудова нових державних геодезичних мереж | пункт | 8,0 | 3,9 | 0,19 |
| 141623 | 2) мережі згущення: а) до 150 пунктів | - | 11,4 | 5,6 | 0,27 |
| 141624 | б) до 500 пунктів | - | 12,7 | 6,2 | 0,30 |
| 141625 | Обстеження та оновлення геодезичної мережі (до 500 пунктів) | - | 8,0 | 3,9 | 0,19 |
| 141626 | Обстеження та згущення геодезичної мережі | - | 12,7 | 6,2 | 0,30 |
| 141627 | Урівноваження та каталогізація геодезичних мереж (до 3000 пунктів) | - | 1,7 | 0,8 | 0,04 |
| 141628 | Побудова спеціальних геодезичних мереж (до 150 пунктів) | - | 10,6 | 5,2 | 0,25 |
| 141629 | Реконструкція планової та висотної мереж у містах (до 200 пунктів) | - | 12,7 | 6,2 | 0,30 |
| 2. Нівелірні роботи | | | | | |
| 141632 | Нівелювання 4 класу | пог. км | 8,0 | 3,9 | 0,19 |
| 141633 | Урівноваження та каталогізація нівелірних мереж | пункт | 1,7 | 0,8 | 0,04 |

Продовження таблиці 38

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|----------|------|------|------|
| Картографічні, обчислювальні та інші роботи | | | | | |
| 141648 | Складання та підготовка до видання топографічних карт | трапеція | 22,4 | 11,0 | 0,53 |
| 141649 | Складання та підготовка до видання каталогів координат та висот геодезичних пунктів (до 3000 пунктів) | пункт | 1,7 | 0,8 | 0,04 |
| 141650 | Урівноваження та каталогізація державних геодезичних та висотних мереж (до 3000 пунктів) | пункт | 1,7 | 0,8 | 0,04 |
| 141651 | Інші роботи | звіт | 847 | 414 | 20 |

При складанні кошторису необхідно враховувати кількість запроектованих пунктів, а також довжину ходу.

Найменування запроектованих процесів, робіт, їх вартість і загальна сума наводяться в табличному вигляді. Приклад даної таблиці наведено нижче.

Таблиця 39

Зведена таблиця розцінок на запроектовані процеси або роботи

| Шифр норми | Найменування процесів, робіт | Категорія складності робіт | Одиниця виміру | Розцінка, грн. усього | Кількість одиниць або пог. км | Загальна ціна процесу, робіт |
|------------|-----------------------------------|----------------------------|----------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------------|
| 0130 | Рекогносцирування пунктів 4 класу | I | пункт | 53,54 | 4 | 214,16 |
| 0190 | Установлення металевих пірамід | I | пункт | 175,28 | 4 | 701,12 |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |

Загальна сума витрат:

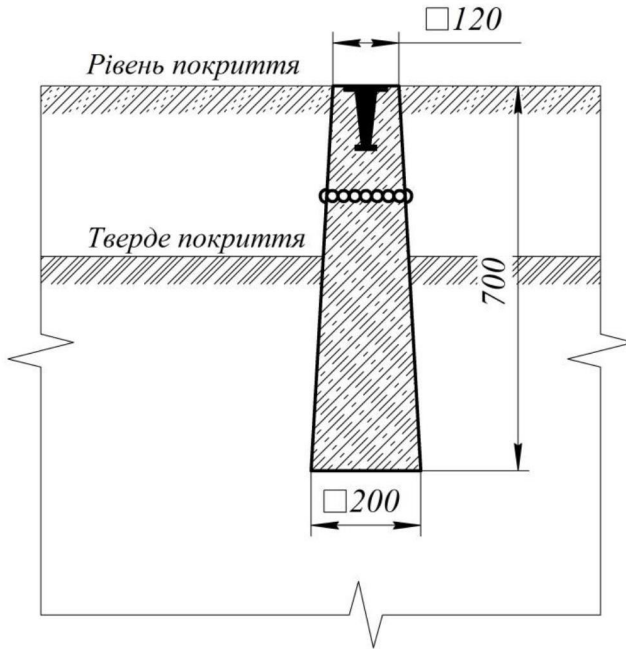
246574,67 грн.

Глибина промерзання ґрунту
(дані подані у сантиметрах)



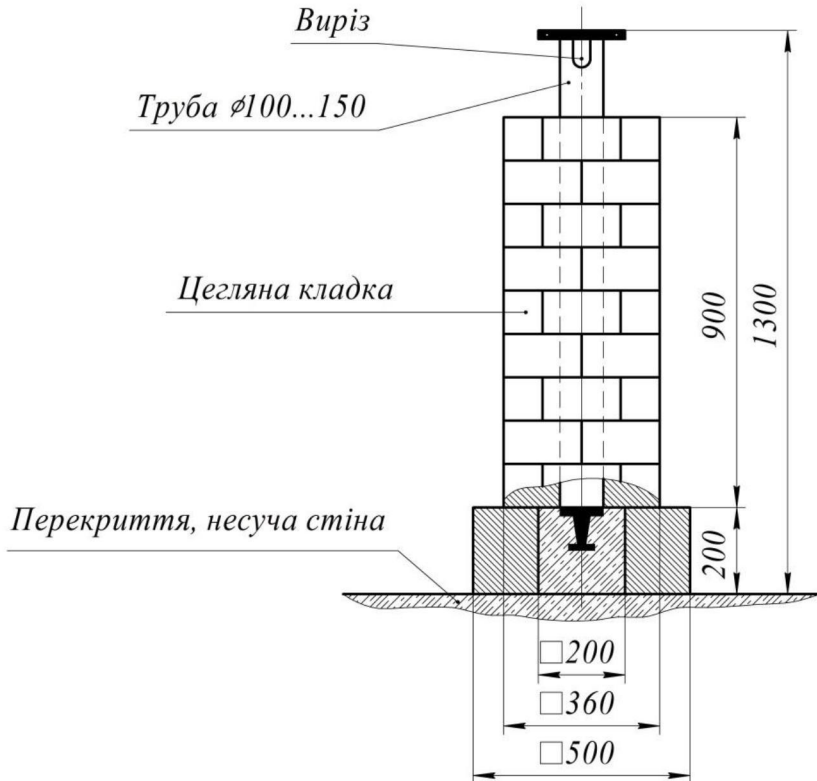
Тип центру геодезичного пункту У15

Центр полігонометрії, трилатерації, триангуляції 4 класу, 1 і 2 розрядів для забудованих територій, райцентрів, міст, селищ, сільських населених пунктів

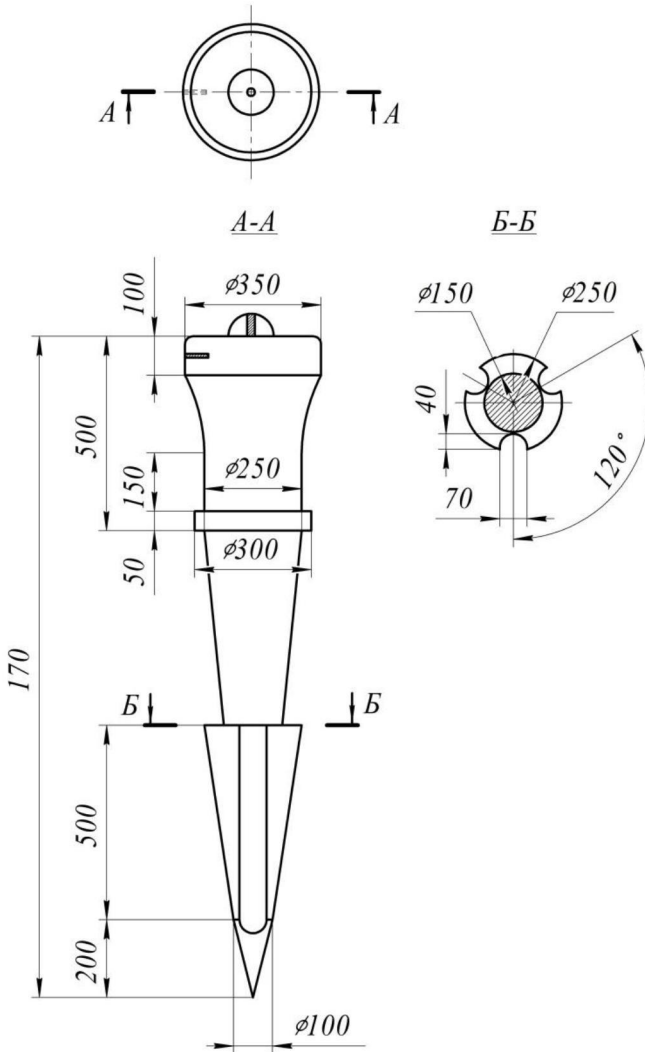


Тип центру геодезичного пункту У16

Центр пункту триангуляції, трилатерації і полігонометрії на будівлі

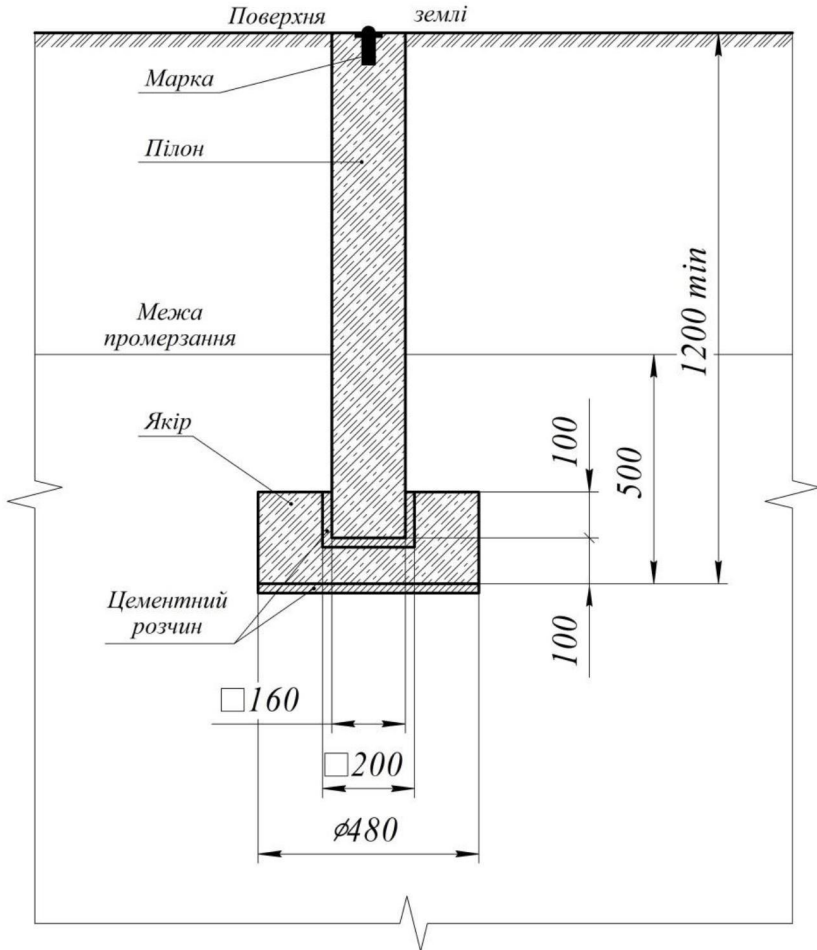


Тип центру геодезичного пункту 143
Стінний знак пункту полігонометрії 4 класу, 1 і 2 розрядів



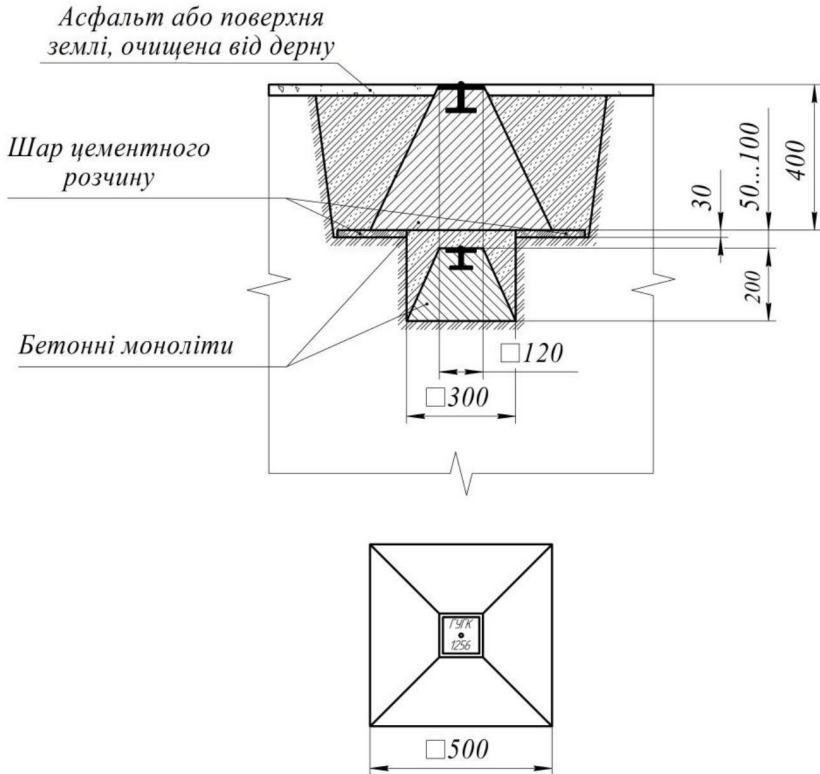
Тип центру геодезичного пункту 160

Центр пункту полігонометрії, трилатерації і триангуляції 4 класу, 1 і 2 розрядів та ґрунтового репера



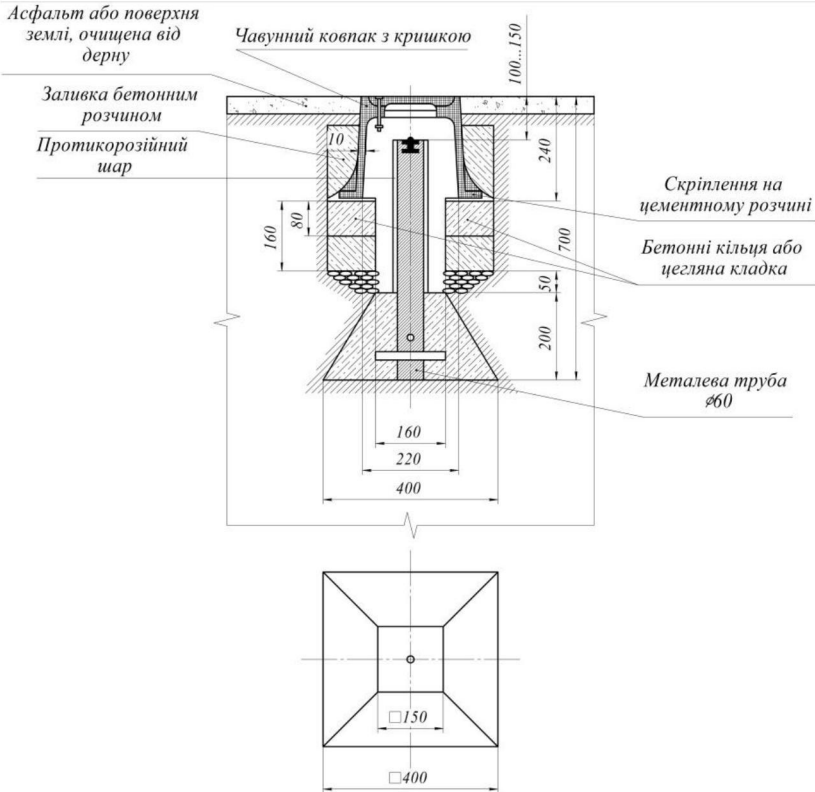
Тип центру геодезичного пункту 5 гр

Центр пунктів мереж полігонометрії, трилатерації і триангуляції 1 і 2 розрядів і полігонометрії 4 класу на незабудованій території, а також на забудованій, якщо відсутні споруди для закладання стінних реперів

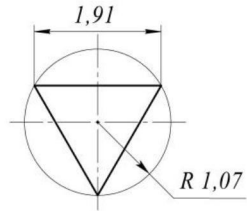
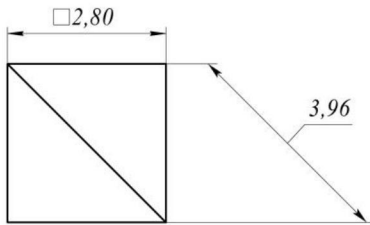
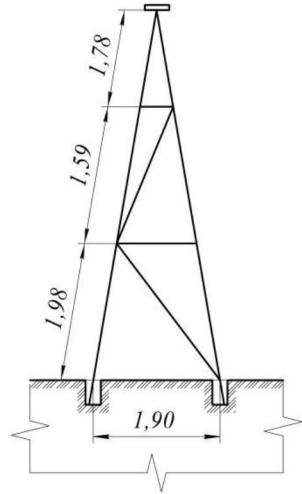
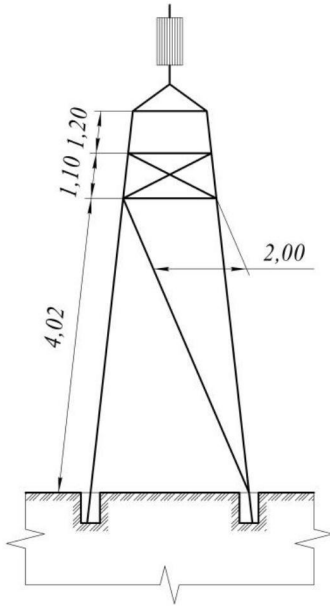


Тип центру геодезичного пункту 6 гр

Центр пунктів мереж полігонометрії, трилатерації і триангуляції 1 і 2 розрядів і полігонометрії 4 класу на незабудованій території, а також на забудованій, якщо відсутні споруди для закладання стінних реперів



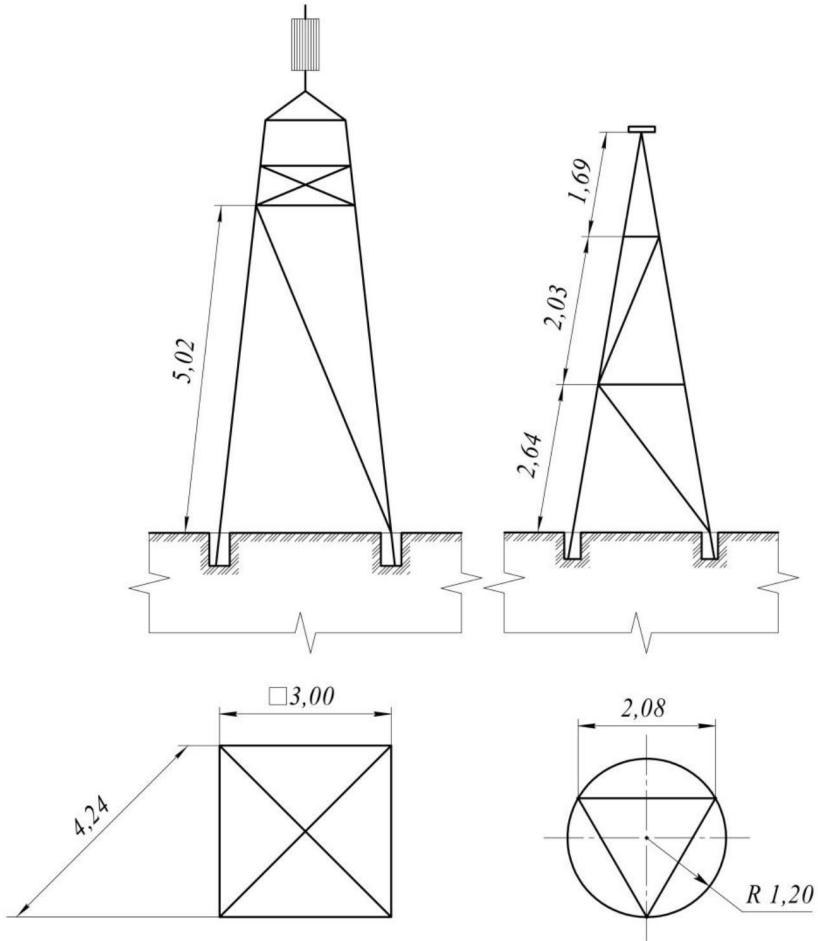
Схематичне креслення простих сигналів
Простий сигнал висотою до столика 5 м



План основи сигналу

*План основи
внутрішньої піраміди*

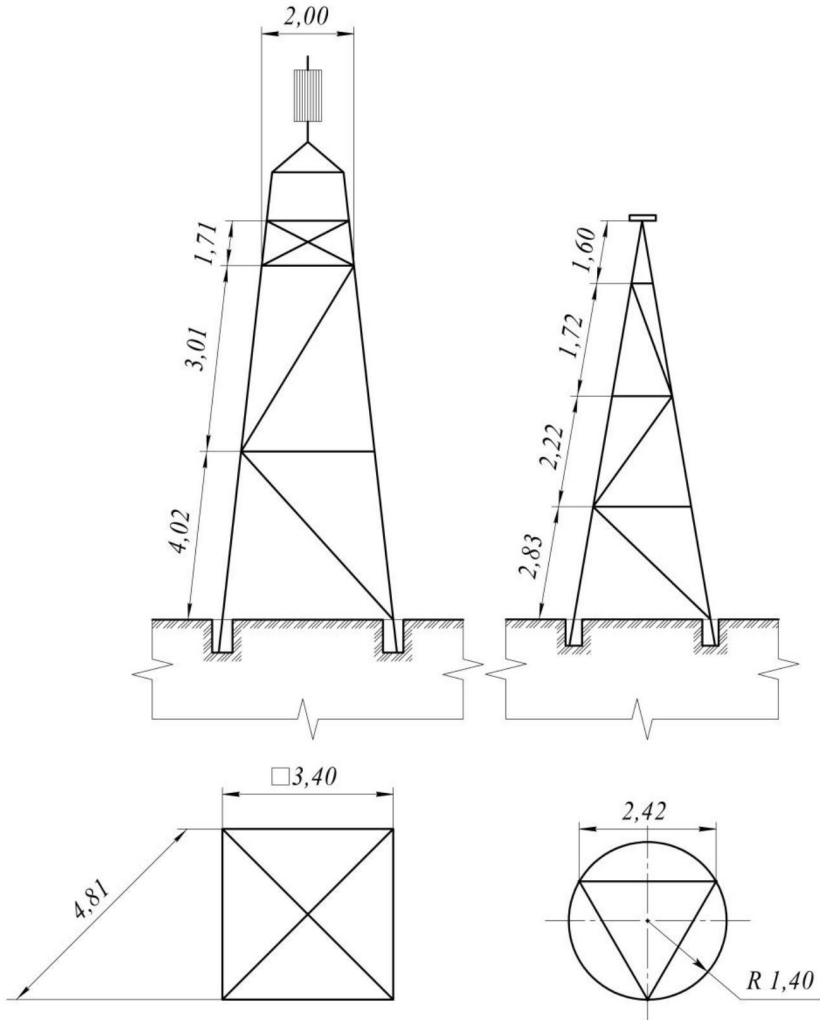
Простий сигнал висотою до столика 6 м



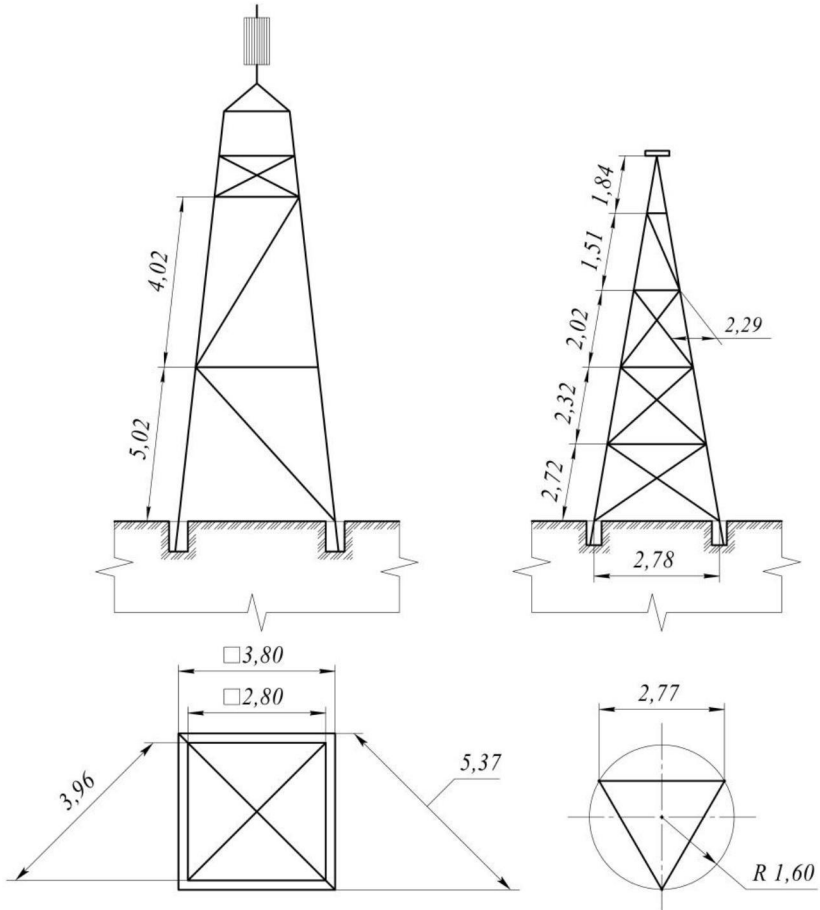
План основи сигналу

План основи внутрішньої піраміди

Простий сигнал висотою до столика 8 м



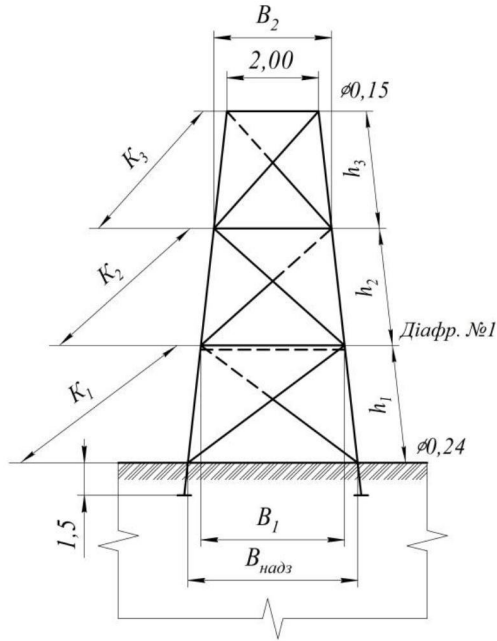
Простий сигнал висотою до столика 10 м



План основи сигналу та проєкція 1-го ярусу

План основи сигналу внутрішньої піраміди

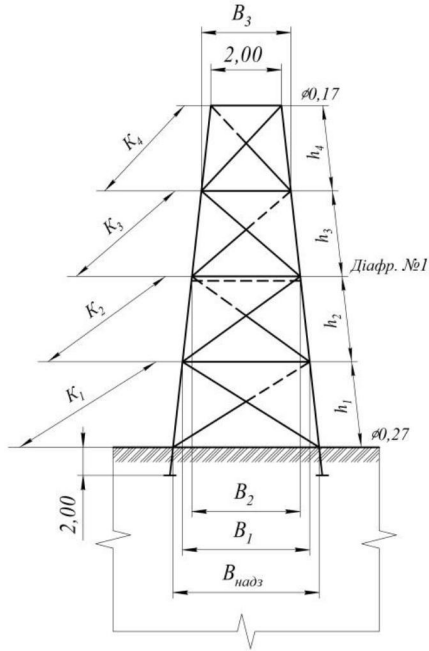
**Схематичне креслення складних тригранних сигналів
Складний тригранний сигнал висотою до столика 11-13 м**



**Основні параметри складних тригранних сигналів висотою до
столика 11-13 м**

| Параметри | Висота до столика, м | | |
|------------|----------------------|------|------|
| | 11 | 12 | 13 |
| $B_{надз}$ | 4,45 | 4,75 | 4,95 |
| B_1 | 3,52 | 3,50 | 3,97 |
| B_2 | 2,70 | 2,70 | 2,68 |
| h_1 | 3,84 | 5,04 | 5,84 |
| h_2 | 3,27 | 3,27 | 3,27 |
| h_3 | 2,77 | 2,77 | 2,77 |
| K_1 | 6,15 | 5,70 | 6,76 |
| K_2 | 4,25 | 4,26 | 4,25 |
| K_3 | 3,41 | 3,39 | 3,40 |

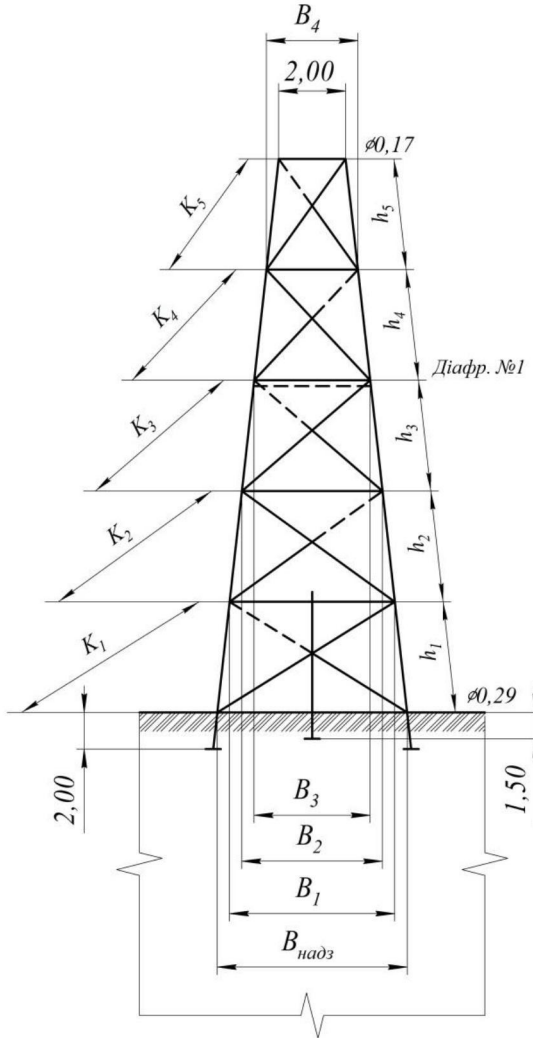
Складний тригранний сигнал висотою до столика 14-18 м



Основні параметри складних тригранних сигналів висотою до столика 14-18 м

| Параметри | Висота до столика, м | | | | |
|------------|----------------------|------|------|------|------|
| | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| $B_{наоз}$ | 5,20 | 5,42 | 5,70 | 5,95 | 6,20 |
| B_1 | 4,38 | 4,43 | 4,48 | 4,62 | 4,77 |
| B_2 | 3,52 | 3,50 | 3,51 | 3,51 | 3,52 |
| B_3 | 2,70 | 2,68 | 2,70 | 2,70 | 2,70 |
| h_1 | 3,33 | 4,04 | 5,04 | 5,44 | 5,85 |
| h_2 | 3,53 | 3,73 | 3,83 | 4,43 | 5,04 |
| h_3 | 3,27 | 3,27 | 3,27 | 3,27 | 3,27 |
| h_4 | 2,77 | 2,77 | 2,77 | 2,77 | 2,77 |
| K_1 | 5,66 | 6,14 | 6,92 | 7,26 | 7,67 |
| K_2 | 5,10 | 5,20 | 5,28 | 5,70 | 6,14 |
| K_3 | 4,25 | 4,28 | 4,25 | 4,25 | 4,26 |
| K_4 | 3,38 | 3,40 | 3,38 | 3,38 | 3,40 |

Складний триганий сигнал висотою до столика 19-24 м



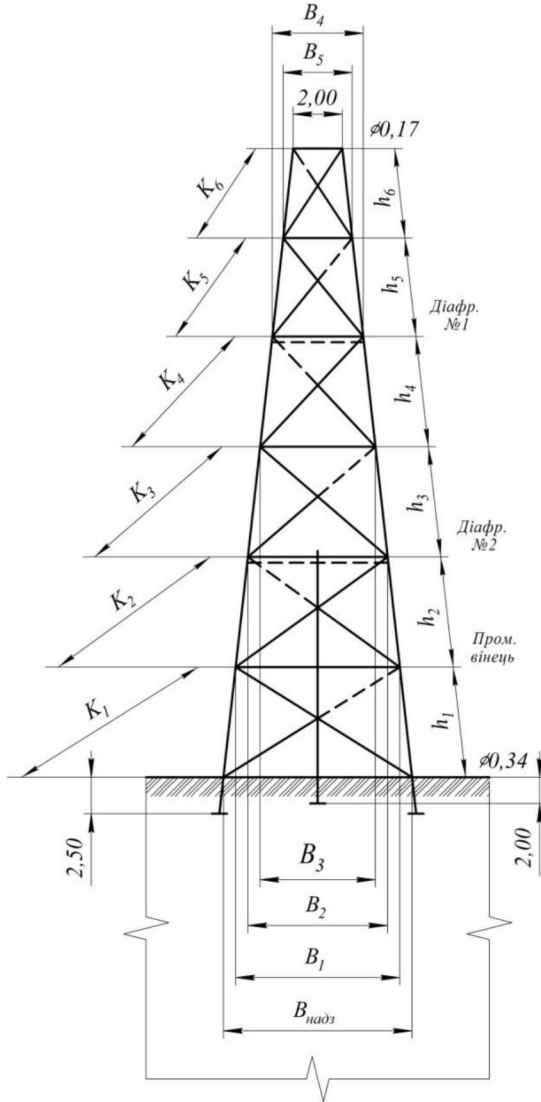
**Основні параметри складних тригранних сигналів висотою до
столика 19-24 м**

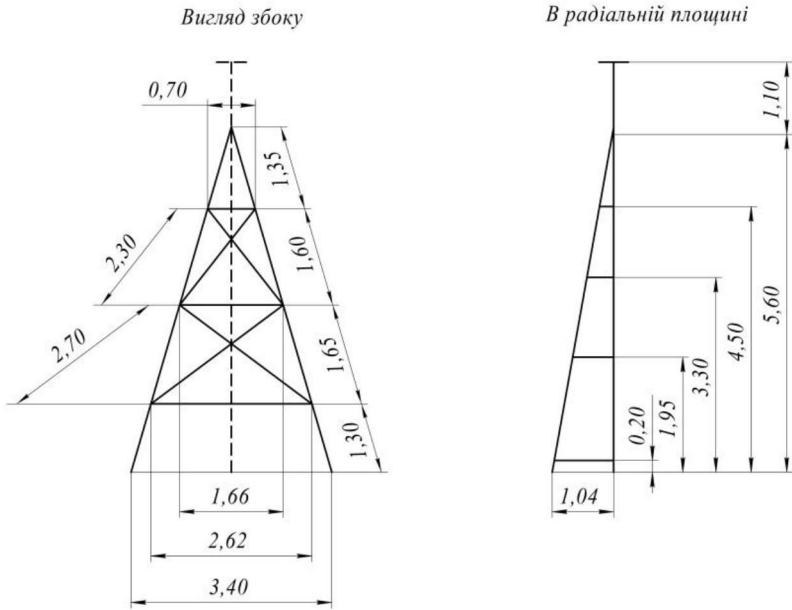
| Параметри | Висота до столика, м | | | | | |
|------------|----------------------|------|------|------|------|------|
| | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| $B_{наос}$ | 6,45 | 6,68 | 6,95 | 7,20 | 7,50 | 7,70 |
| B_1 | 5,33 | 5,53 | 5,72 | 5,82 | 5,97 | 6,42 |
| B_2 | 4,38 | 4,47 | 4,48 | 4,56 | 5,62 | 4,77 |
| B_3 | 3,52 | 3,52 | 3,51 | 3,51 | 3,51 | 3,51 |
| B_4 | 2,70 | 2,70 | 2,70 | 2,70 | 2,70 | 2,70 |
| h_1 | 4,44 | 4,74 | 5,04 | 5,64 | 6,25 | 6,05 |
| h_2 | 3,73 | 4,23 | 5,04 | 5,04 | 5,44 | 5,58 |
| h_3 | 3,53 | 3,83 | 3,83 | 4,23 | 4,43 | 5,04 |
| h_4 | 3,27 | 3,27 | 3,27 | 3,27 | 3,27 | 3,27 |
| h_5 | 2,77 | 2,77 | 2,77 | 2,77 | 2,77 | 2,77 |
| K_1 | 7,07 | 7,47 | 7,88 | 8,33 | 8,87 | 8,91 |
| K_2 | 5,89 | 6,31 | 6,92 | 6,95 | 7,26 | 7,67 |
| K_3 | 5,10 | 5,28 | 5,28 | 5,57 | 5,70 | 6,14 |
| K_4 | 4,25 | 4,25 | 4,25 | 4,25 | 4,25 | 4,25 |
| K_5 | 3,38 | 3,38 | 3,38 | 3,38 | 3,38 | 3,38 |

**Основні параметри складних тригранних сигналів висотою до
столика 25-30 м**

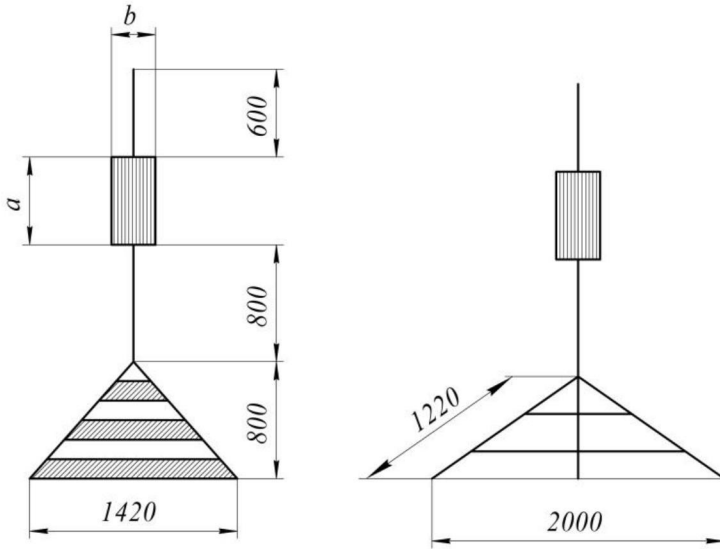
| Параметри | Висота до столика, м | | | | | |
|------------|----------------------|------|------|------|------|-------|
| | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| $B_{наос}$ | 7,92 | 8,20 | 8,45 | 8,75 | 8,95 | 9,18 |
| B_1 | 6,71 | 6,75 | 6,97 | 7,22 | 7,44 | 7,52 |
| B_2 | 5,52 | 5,49 | 5,72 | 5,82 | 5,97 | 5,97 |
| B_3 | 4,45 | 4,40 | 4,48 | 4,56 | 4,62 | 4,62 |
| B_4 | 3,51 | 3,51 | 3,51 | 3,51 | 3,51 | 3,51 |
| B_5 | 2,70 | 2,70 | 2,70 | 2,70 | 2,70 | 2,70 |
| h_1 | 4,99 | 5,34 | 6,05 | 6,25 | 5,85 | 6,75 |
| h_2 | 4,79 | 5,24 | 5,04 | 5,64 | 6,25 | 6,25 |
| h_3 | 4,28 | 4,53 | 5,04 | 5,04 | 5,44 | 5,44 |
| h_4 | 3,78 | 3,83 | 3,53 | 4,23 | 4,43 | 4,43 |
| h_5 | 3,27 | 3,27 | 3,27 | 3,27 | 3,27 | 3,27 |
| h_6 | 2,77 | 2,77 | 2,77 | 2,77 | 2,77 | 2,77 |
| K_1 | 8,52 | 9,35 | 9,56 | 9,91 | 9,98 | 10,42 |
| K_2 | 7,52 | 7,66 | 7,88 | 8,33 | 8,64 | 8,87 |
| K_3 | 6,31 | 6,32 | 6,92 | 6,95 | 7,26 | 7,26 |
| K_4 | 5,23 | 5,13 | 5,28 | 5,57 | 5,70 | 5,70 |
| K_5 | 4,25 | 4,25 | 4,25 | 4,25 | 4,25 | 4,25 |
| K_6 | 3,38 | 3,38 | 3,38 | 3,38 | 3,38 | 3,38 |

Складний триганий сигнал висотою до столика 25-30 м



Схематичне креслення внутрішньої піраміди складних тригранних сигналів

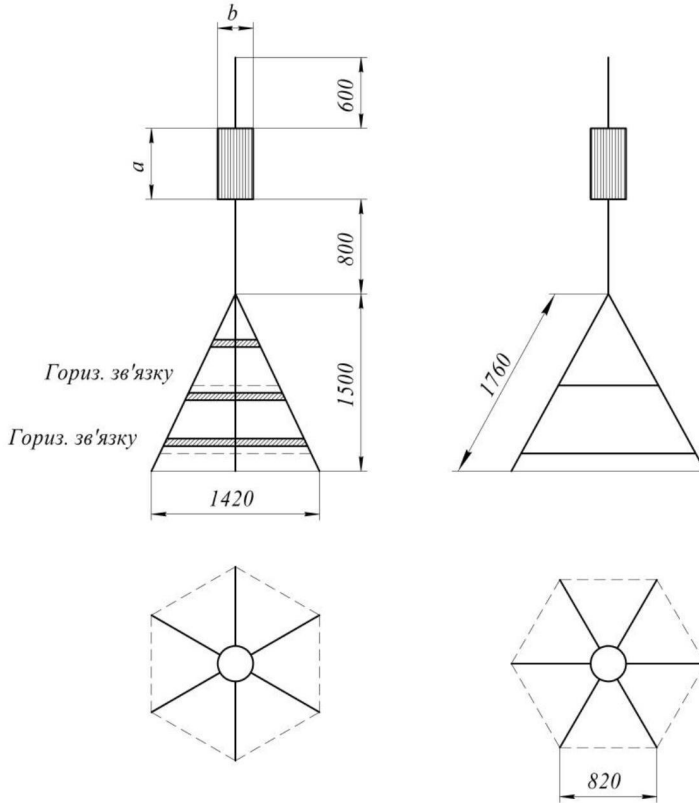
Схематичне креслення візирного циліндру чотиригранного сигналу



Параметри візирного циліндру чотиригранного сигналу

| Позначення | Клас точності | |
|------------|---------------|------------------------|
| | 1 клас | 2 клас, 3 клас, 4 клас |
| <i>a</i> | 1000 | 600 |
| <i>b</i> | 500 | 300 |

Схематичне креслення візного циліндру тригранного сигналу



Параметри візного циліндру тригранного сигналу

| Позначення | Клас точності | |
|------------|---------------|------------------------|
| | 1 клас | 2 клас, 3 клас, 4 клас |
| a | 1000 | 600 |
| b | 500 | 300 |

Теодоліти
Theo 010В, Theo 020В



Theo 010В



Theo 020В

Технічна характеристика

| | Theo 010В | Theo 020В |
|--|-------------|-----------|
| СКП вимірювання напрямків одним прийомом | 1" | 3" |
| Збільшення зорової труби, крат | 30 | |
| Тип зображення | пряме | |
| Коефіцієнт далекоміра | 100 | 100 |
| Кут поля зору | 1,3° | |
| Найменша відстань візування, м | 1,5 | |
| Ціна поділки лімба | 1° | 1° |
| шкал мікроскопа | 6" | 6" |
| циліндричного рівня | 30" | 30" |
| круглого рівня | 8' | 8' |
| Діапазон роботи компенсатора | ±4' | |
| Збільшення оптичного центрира, крат | 2,8 | |
| Температурний діапазон роботи | -40°С÷+50°С | |
| Вага у футлярі, кг | 9,2 | 8,9 |

Продовження ДОДАТКУ 14

2Т2, 2Т5К



2Т2



2Т5К

Технічна характеристика

| | 2Т2 | 2Т5К |
|---|--------------------|-------------|
| СКП вимірювання кута одним прийомом: | | |
| горизонтальних кутів | 2" | 5" |
| зенітних відстаней | 3" | 6" |
| Діапазон вимірювання зенітних відстаней | 30°-145° | -55°+70° |
| Збільшення зорової труби, крат | 27 | |
| Кут поля зору | 1°30' | |
| Найменша відстань візування, м | 2 | |
| Коефіцієнт далекоміра | 100±0,5 | |
| Ціна поділки: | | |
| лімбів горизонтальних та вертикальних кругів | 20' | 1° |
| шкали мікроскопа | 1" | 1' |
| лімба круга-шукача | 10° | 10° |
| рівня при аліадах горизонтальних та вертикальних кругів | 15" | 30" |
| Збільшення оптичного центрира, крат | 2,5 | |
| Маса теодоліта із підставкою, кг | 5 | 3,7+0,7 |
| Габаритні розміри, теодоліт із підставкою, мм | 173*128*335 | 125*170*335 |
| Діапазон робочих температур | від -40°С до +50°С | |

2Т5Э

*Технічна характеристика*

| | |
|--|--|
| СКП вимірювання один прийомом: горизонтального кута вертикального кута | 5" (1,5 мгон) 5" (1,5 мгон) |
| Діапазон вимірів: зенітної віддалі вертикального кута | від 45° до 135° (+50...150 гон) від 45° до -45° (+50...-50 гон) |
| Збільшення зорової труби, крат | 30 |
| Межа роздільної здатності | 3,24" |
| Кут поля зору | 1°30' |
| Межа візування | Від 1,5 м до ∞ |
| Тип зображення | пряме |
| Джерело живлення: напруга, В час заряджання | Від 6,5 до 8,56 1,5 год |
| Межі робочих температур | від -20°С до +50°С |
| Вага (із джерелом живлення), кг | 4,5 |

ETH 2*Технічна характеристика*

| | |
|---|---------------|
| СКП вимірювання горизонтального та вертикального круга одним прийомом | 0,2 мгон/0,5" |
| Збільшення зорової труби, крат | 30 |
| Світловий діаметр об'єктива, мм | 45 |
| Довжина зорової труби, мм | 170 |
| Найменша віддаль візування, м | 1,0 |
| Межі дії двоосьового рідинного компенсатора вертикальної осі | ±3' |
| Панель дисплея | двостороння |
| Точність рівнів: | |
| Рівень аліади горизонтального круга | 30" |
| Сферичний рівень | 10' |
| Джерело живлення: | |
| тип | NLCD батарея |
| напруга, В | 4,8 |
| час безпервної роботи, год | 8,0 |
| Вага (з джерелом живлення), кг | 4,7 |

ETh 50, DT 102

ETh 50



DT 102

Технічна характеристика

| | ETh 50 | DT 102 |
|---|----------------|--------------|
| СКП вимірювання горизонтального та вертикального круга одним прийомом | 2,0 мгон/6" | 1,5 мгон/5" |
| Збільшення зорової труби, крат | 26 | 30 |
| Світловий діаметр об'єктива, мм | 40 | 45 |
| Довжина зорової труби, мм | 195 | 145 |
| Межа роздільної здатності | - | 2,5" |
| Найменша віддаль візування, м | 0,8 | 0,9 |
| Межі дії компенсатора вертикальної осі | - | ±3' |
| Панель дисплея | одностороння | одностороння |
| Точність рівнів: | | |
| рівень аліади горизонтального круга | 30" | 40" |
| сферичний рівень | 10' | 10' |
| рівень на зоровій трубі | 30" | - |
| Джерело живлення: | | |
| тип | НІН акумулятор | сухі батареї |
| напруга, В | 6 | 6 |
| час безперервної роботи, год | 25 | 24 |
| Вага (з джерелом живлення), кг | 3,5 | 4,1 |

Тахеометри
TDM 5005, Flexline TS 09



TDM 5005



Flexline TS 09

Технічна характеристика

| | TDM 5005 | Flexline TS 09 |
|---|---------------------------------------|---|
| СКП вимірювання горизонтального і вертикального кутів | 0,5" | 1" |
| Зорова труба: | | |
| збільшення, крат | 32 | 30 |
| світловий діаметр об'єктива, мм | 42 | 40 |
| найменша віддаль візування, м | 1,7 | 1,7 |
| Двоосьовий компенсатор: | | |
| межі дії | ±4' | ±4' |
| точність встановлення вертикальної осі приладу прямовисно | 0,3" | 0,5" |
| Вимірювання віддалей (вимірювальна віддаль/точність вимірювання): | | |
| без відбивача | - | до 500 м/(2 мм+2ppm) 500-1000 м/(4 мм+2 ppm) |
| на відбивну плівку | 180 м/0,5 мм | 250 м/(1 мм+1,5 ppm) |
| на оду призму | до 120 м/0,2 мм 3500 м/(1мм+2ppm) | 3500 м/(1 мм+1,5 ppm) |
| на три призми | до 120 м/0,2 мм 5000 м/(1 мм+2ppm) | 5400 м/(1 мм+1,5 ppm) |
| Живлення: | | |
| тип акумулятора | Ni-Cd | Lithium-ion |
| напруга, В | 6 | 6 |
| термін роботи, год | ≈6 | ≈20 |
| Вага, кг | 8,7 | 5,4 |

SRX1, GPT7501

SRX1



GPT7501

Технічна характеристика

| | SRX1 | GPT7501 |
|---|--|--|
| СКП вимірювання горизонтально і вертикального кута | 1" | 1" |
| Зорова труба: збільшення, крат світловий діаметр об'єктива, мм найменша віддаль візування, м | 30 45 1,3 | 30 45 1,3 |
| Двоосьовий компенсатор: межі дії точність встановлення вертикальної осі приладу прямовисно | 3 0,5" | 6 1" |
| Вимірювання віддалей (вимірювана віддаль/точність вимірювання): без відбивача на одну призму на три призми на відбивну плівку | 500 м/ (3 мм+2 ppm) 5000 м/ (1,5 мм+2 ppm) 6000 м/ (1,5 мм+2 ppm) 500 м/ (3 мм+2 ppm) | 2000 м/ (10 мм+10 ppm) 4000 м/ (2 мм+2 ppm) 5300 м/ (2 мм+2 ppm) - |
| Живлення: тип акумулятора термін роботи, год | ВДС58 3 | Li-Ion 4 |
| Вага, кг | 7,7 | 6,8 |

DTM-362, DTM-352, NPL-362, NPL-352

DTM-362, DTM-352



NPL-362, NPL-352

Технічна характеристика

| | DTM-362 | DTM-352 | NPL-362 | NPL-352 |
|----------------------------------|------------------------|---------|--------------------------------------|---------|
| СКП вимірювання кутів | 3" | 5" | 3" | 5" |
| Найменший кутовий відлік | 1"/5"/10" | | | |
| Компенсатор | двоосьовий | | | |
| Дальність вимірювання: | | | | |
| На стандартну призму, м | до 2300 | | до 5000 | |
| На міні призму, м | до 600 | | до 3000 | |
| DR (без відбивача), м | - | | до 200 | |
| Мінімальна відстань візування, м | 1,6 | | | |
| Точність вимірювання: | | | | |
| на призму: | | | | |
| точний режим | ±(3 мм+2 мм/км) | | ±(3 мм+2 мм/км) | |
| нормальний режим | ±(10 мм+3 мм/км) | | ±(10 мм+5 мм/км) | |
| DR (без відбивача): | | | | |
| точний режим | - | | ±(5 мм+2 мм/км) | |
| нормальний режим | - | | ±(10 мм+5 мм/км) | |
| Збільшення, крат | 33 | | 26 | |
| Кут поля зору | 1°20' (2,3 м на 100 м) | | 1°30' (2,6 м на 100 м) | |
| Тип зображення | пряме | | | |
| Панель управління | двостороння | | | |
| Час роботи з акумулятором, год | до 16 | | 6,5 з відбивачем; 7 без відбивача | |
| Робоча температура | від -20°C до +50°C | | | |
| Вага (з акумулятором), кг | 5,0 | | 5,5 | |

DJD5-GJ*Технічна характеристика*

| | |
|---------------------------------|-------------|
| СКП вимірювання кутів | 5" |
| Збільшення зорової труби, крат | 30 |
| Кут поля зору | 1°20' |
| Тип зображення | пряме |
| Коефіцієнт далекоміра | 100 |
| Компенсатор вертикального круга | рідинний |
| Діапазон роботи компенсатора | ±3' |
| Порт для передачі даних | RS-232 |
| Час роботи | до 20 год |
| Розміри, мм | 145×318×179 |
| Вага, кг | 5,5 |

Та 5



Технічна характеристика

| | |
|--|---|
| СКП вимірювання кутів | 5" |
| Збільшення зорової труби, крат | 30 |
| Найменша відстань візування, м | 1,5 |
| Кут поля зору | 1°30' |
| Тип зображення | пряме |
| Автоматичний компенсатор: тип | двоосьовий |
| діапазон компенсації | ±5' |
| Діапазон вимірювання: зенітної відстані вертикального кута | від 45° до 135° (+50...-50 гон) від +45° до -45° (+50...-50 гон) |
| Вимірювання похилих відстаней до призми: СКП, мм | ±(5+3×10 ⁻⁶ D) |
| діапазон вимірювання: до відбивача (1 призма), м | від 1,5 до 3000 |
| до відбивача (3 призми), м | від 1,5 до 5000 |
| Діапазон робочих температур | від -20°C до +50°C |
| Живлення: тип батареї | Ni-MH |
| тривалість роботи батареї, год | >8 |
| напруга, В | 6,5-8,5 |
| Вага (з підставкою та батареєю), кг | 6,0 |

**Нівеліри
AL 232**



Технічні характеристики:

| | |
|------------------------------------|--|
| СКП на 1 км подвійного ходу, мм | 1 |
| Найменша відстань візування, м | 0,6 |
| Тип компенсатора | маятниковий із повітряним демпфером |
| Діапазон роботи компенсатора | $\pm 15'$ |
| Чутливість круглого рівня | $8'/2$ мм |
| Дискретність горизонтального круга | 1° |
| Діаметр об'єктива, мм | 30 |
| Збільшення зорової труби, крат | 32 |
| Тип зображення | пряме |
| Поле зору | $1^\circ 20'$ |
| Вага, кг | 1 |
| Габарити приладу (Д×Ш×В), мм | 130×210×130 |
| Діапазон робочих температур | від -40°C до $+50^\circ\text{C}$ |
| Волого- та пилогахищеність | IP56 |

NA 720



Технічна характеристика

| | NA 720 | NA 730 |
|---|-------------------------------|-------------|
| СКП на 1 км подвійного ходу, мм | 2,5 | 1,2 |
| СКП одиночного вимірювання на відстань 30 м, мм | 1,5 | 0,8 |
| Мінімальна відстань візування, м | 0,5 | 0,7 |
| Вимірювання відстаней: коефіцієнт ниткового далекоміра адитивна константа | 100 0 | |
| Діапазон роботи компенсатора | ±15' | |
| Точність встановлення компенсатора | <0,5° | <0,3° |
| Діаметр об'єктива, мм | 30 | 40 |
| Чутливість круглого рівня | 10'/2 мм | |
| Навідний гвинт | нескінченний в обидві сторони | |
| Збільшення зорової труби, крат | 20 | 30 |
| Тип зображення | пряме | |
| Фокусування | грубо | грубо/точно |
| Вага приладу, кг | 1,6 | 1,7 |
| Габарити приладу (Д×Ш×В), мм | 190×120×120 | 210×120×120 |
| Діапазон робочих температур | від -20°С до +50°С | |
| Діапазон температу збереження | від -40°С до +70°С | |
| Волого- та пилозахисність | IP57 (занурення під воду) | |

НИ-3, НИК-2

НИ-3



НИК-2

Технічна характеристика

| | НИ-3 | НИК-2 |
|---|-------------|-------------|
| СКП на 1 км подвійного ходу, мм | 2,5 | 1,5 |
| СКП на 1 км подвійного ходу з мікрометром, мм | 1,6 | 1,0 |
| Збільшення зорової труби, крат | 30 | |
| Найменша відстань візування, м | 1,3 | 0,5 |
| Коефіцієнт ниткового далекоміра | 100±1 | |
| Ціна поділки шкали лімба | 1° | |
| Габарити приладу (Д×Ш×В), мм | 200×137×150 | 200×135×165 |
| Вага, кг | 1,9 | |

RUNNER 20*Технічна характеристика*

| | |
|---|-------------------------------|
| СКП на 1 км подвійного ходу, мм | 2,5 |
| СКП одиночного вимірювання на відстань 30 м, мм | 1,6 |
| Мінімальна відстань візування, м | 0,8 |
| Вимірювання відстаней: коефіцієнт ниткового далекоміра адитивна константа | 100 0 |
| Діапазон роботи компенсатора | ±15' |
| Точність встановлення компенсатора | <0,5° |
| Діаметр об'єктива, мм | 36 |
| Чутливість круглого рівня | 10'/2 мм |
| Навідний гвинт | нескінченний в обидві сторони |
| Збільшення зорової труби, крат | 20 |
| Тип зображення | пряме |
| Фокусування | грубе |
| Вага приладу, кг | 2 |
| Діапазон робочих температур | від -20°C до +50°C |
| Діапазон температу збереження | від -40°C до +70°C |
| Волого- та пилогахищеність | IP55 |

3НЗКЛ, 4Н2КЛ

3НЗКЛ



4Н2КЛ

Технічна характеристика

| | 3НЗКЛ | 4Н2КЛ |
|---|--|-------------|
| СКП на 1 км подвійного ходу, мм | 3 | 2 |
| СКП на 1 км подвійного ходу з мікрометричною насадкою, мм | - | 1 |
| Мінімальна відстань візування, м | 1,2 | 1,5 |
| Тип компенсатора | підвісний X-подібний з магнітним демпфером | |
| Діапазон роботи компенсатора | ±15' | |
| Збільшення зорової труби, крат | 22 | 30 |
| Тип зображення | пряме | |
| Коефіцієнт ниткового далекоміра | 100±1 | |
| Вага, кг | 1,5 | 2 |
| Габарити приладу (Д×Ш×В), мм | 165×140×135 | 220×134×180 |
| Діапазон робочих температур | від -40°С до +50°С | |

**Світлодалекомір
СТ-5 ("Блеск")**



Технічна характеристика

| | |
|---|--|
| Середня квадратична похибка вимірювання відстані, мм | $10+5 \cdot 10^{-6}D$ |
| Діапазон вимірювання відстаней, мм: із відбивачем з 6 призм із відбивачем з 18 призм | від 0,2 до 3000 до 5000 |
| Граничний кут нахилу вимірюваної лінії | $\pm 22^\circ$ |
| Зорова труба: збільшення, крат кут поля зору тип зображення межі фокусування | 12 3° пряме від 15 м до ∞ |
| Оптичний центрир: збільшення, крат межі фокусування ціна поділки рівня світлодалекоміра | 2,5 від 0,6 м до ∞ 30" |
| Джерело живлення: вихідна напруга, В: початкова кінцева допустиме зменшення ємності, %: при температурі $+5$ і $+35^\circ\text{C}$ $+50^\circ\text{C}$ -30°C | 8,5 6,0 10 20 40 |
| Маса світлодалекоміра, кг | 4,5 |
| Габаритні розміри світлодалекоміра, мм | 230×255×290 |

Зміст

| | |
|--|----|
| Вступ | 3 |
| Розділ 1. Проект планової мережі | 6 |
| 1.1. Аналіз геодезичної вивченості району | 6 |
| 1.2. Проект положення вихідних пунктів державної геодезичної мережі | 7 |
| 1.3. Проект положення пунктів мережі згущення | 7 |
| 1.4. Побудова профілів ліній для встановлення видимості між пунктами | 13 |
| 1.5. Відповідність запроектованої мережі нормативним даним | 18 |
| 1.6. Типи центрів та зовнішніх знаків запроектованих пунктів | 18 |
| 1.7. Передрозрахунок точності планової мережі | 30 |
| 1.8. Рекомендації по польовим вимірюванням | 39 |
| Розділ 2. Проект висотної мережі | 40 |
| 2.1. Відомості про раніше виконані нівелірні роботи | 40 |
| 2.2. Обґрунтування раціональної конфігурації висотної мережі | 40 |
| 2.3. Передрозрахунок точності висотної мережі | 43 |
| 2.4. Обґрунтування інструментального забезпечення нівелювання | 44 |
| Розділ 3. Кошторисна частина | 45 |
| Додатки | 68 |
| Додаток 1. Глибина промерзання ґрунту | 68 |
| Додаток 2. Тип центру геодезичного пункту У15 | 69 |
| Додаток 3. Тип центру геодезичного пункту У15Н | 70 |
| Додаток 4. Тип центру геодезичного пункту У16 | 71 |
| Додаток 5. Тип центру геодезичного пункту І43 | 72 |
| Додаток 6. Тип центру геодезичного пункту І60 | 73 |
| Додаток 7. Тип центру геодезичного пункту 5 гр | 74 |
| Додаток 8. Тип центру геодезичного пункту 6 гр | 75 |
| Додаток 9. Схематичне креслення простих сигналів | 75 |
| Додаток 10. Схематичне креслення складних тригранних сигналів | 80 |
| Додаток 11. Схематичне креслення внутрішньої піраміди складних тригранних сигналів | 85 |
| Додаток 12. Схематичне креслення криши чотиригранного сигналу | 86 |

| | |
|--|------------|
| Додаток 13. Схематичне креслення криши тригранного сигналу | 87 |
| Додаток 14. Теодоліти | 88 |
| Додаток 15. Тахеометри | 93 |
| Додаток 16. Нівеліри | 98 |
| Додаток 17. Світлодалекомір | 99 |
| Література | 104 |