

ВИКОНАВЧИЙ ОРГАН КИЇВСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ  
(КИЇВСЬКОЇ МІСЬКОЇ ДЕРЖАВНОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ)  
ДЕПАРТАМЕНТ ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

КИЇВСЬКЕ ВИЩЕ ПРОФЕСІЙНЕ УЧИЛИЩЕ БУДІВНИЦТВА І ДИЗАЙНУ

**ОСВІТНЯ ПРОГРАМА ГЕОДЕЗИЧНОЇ ПРАКТИКИ**

**з підготовки фахового молодшого бакалавра**

**Спеціальність: 192 «Будівництво та цивільна інженерія»**

СХВАЛЕНО  
на засіданні циклової комісії  
«Будівництва, електротехніки,  
електромеханіки та цивільної  
інженерії»  
Протокол 03 березня 2020 р. № 6  
Голова ЦК Тетяна ШИМКО

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Директор Київського вищого  
професійного училища  
будівництва і дизайну  
Георгій АЛЕКСЕНКО  
03 березня 2020 р.

## Зміст

Вступ .....	4
Розділ I. Загальні положення .....	5
1. Організація практики.....	5
2. Виписка з робочої програми геодезичної практики.....	5
3. Інструкція з техніки безпеки й охорони праці при проходженні навчальної геодезичної практики .....	8
4. Отримання і здавання геодезичного інструменту .....	9
5. Правила користування геодезичними приладами .....	9
6. Перевірки і юстирування геодезичних приладів .....	10
Розділ II. Знімальна геодезична мережа і виконання зйомок у масштабі 1:500 (1:1000).....	14
7. Вивчення ділянки місцевості; проектування теодолітного ходу; закріплення точок ходу .....	14
8. Вимірювання кутів і ліній теодолітного ходу.....	15
9. Прокладання нівелірного ходу по точках знімальної геодезичної мережі.....	18
10. Горизонтальна (теодолітна) зйомка .....	18
11. Висотна зйомка забудованої території .....	21
12. Тахеометрична зйомка .....	21
13. Геометричне нівелювання поверхні.....	23
Розділ III. Геодезичні роботи при вимірюваннях лінійних споруд .....	24
14. Розбивка пікетажу і кривих трас .....	24
15. Зйомка смуги місцевості уздовж траси .....	28
16. Нівелювання траси.....	28
Розділ IV. Геодезичні розбивочні роботи і прикладні задачі .....	29
17. Підготовка даних для перенесення об'єктів генплану на місцевість .....	29
18. Елементи геодезичних побудов.....	32
19. Побудова на місцевості основних осей будинків .....	34
20. Побудова на місцевості лінії з заданим ухилом .....	35
21. Побудова на місцевості похилої площини.....	35
22. Визначення відстані до недоступної точки .....	36
23. Визначення висоти споруди .....	37
24. Визначення нахилу споруди.....	38
25. Перевірка створності архітектурно-будівельних конструкцій .....	38
26. Перевірка вертикальності архітектурно-будівельних конструкцій .....	39
27. Визначення планово-висотних координат недоступної точки .....	40
28. Проектування горизонтальної площації.....	40
29. Додатки .....	42
Використана література .....	54

## ВСТУП

В умовах будівельного виробництва інженерно-геодезичні роботи, які забезпечують дотримання геометрії будівель та споруд, стали складовою будівельно-монтажного виробництва. Досконале знання основ інженерної геодезії, вміння виконувати геодезичні побудови, необхідні для виконання будівельно-монтажних робіт, а також вимірювання при виконанні контролю якості робіт надзвичайно потрібні сучасному фахівцю. Це пояснює зростання значення навчального практикуму як завершального етапу курсу інженерної геодезії.

Навчальний практикум з інженерної геодезії учнів напряму „Будівництво” проводиться після закінчення первого курсу і має за мету закріпити та поглибити теоретичні знання, отримані учнями.

Загальними завданнями практикуму є: набуття учнями навиків у роботі з геодезичними приладами; оволодіння технікою геодезичних вимірювань та побудов; ознайомлення учнів з роботою нової геодезичної техніки у виробничих умовах.

Конкретні завдання при виконанні різних геодезичних робіт встановлюються диференційовано залежно від спеціалізації учнів. Перед початком навчального практикуму учні знайомляться з усім комплексом майбутніх інженерно-геодезичних робіт. Перед їх виконанням учні повинні знати правила з техніки безпеки, вивчити прилади, з'ясувати методику виконання завдання, а також вимоги, що висуваються до якості оформлення розрахункових і графічних матеріалів.

## РОЗДІЛ І ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

### 1. Організація практики

Навчальна геодезична практика проводиться з метою набуття навичок самостійного виконання польових і камеральних геодезичних робіт; закріплення й поглиблення знань з курсу інженерної геодезії.

Навчальну геодезичну практику проходять побригадно. Склад бригади - 5-6 учні. Бригаду очолює бригадир, обраний членами бригади і затверджений керівником практики. Склад бригади не змінюється протягом усього періоду практики.

В обов'язки бригадира входить:

1. Організація роботи в бригаді - отримання завдань; розподіл роботи серед членів бригади так, щоб кожен студент однаковою мірою брав участь у всіх видах робіт; дотримання графіка виконання видів робіт.

2. Отримання і здавання геодезичних приладів. Щоденна перевірка наявності приладів як при виході на роботу, так і при поверненні з роботи. Організація збереження приладів в обідню перерву.

3. Контроль трудової дисципліни в бригаді. Усі учні зобов'язані бути на місці роботи у визначений час. Бригадир щодня відзначає в щоденнику відсутніх, тих, хто спізнився, і тих, що пішли з роботи раніше встановленого часу. Викладач щодня переглядає щоденник, перевіряє записи бригадира, дає необхідні роз'яснення і вказівки по ходу роботи.

Тривалість практики - 3 робочих тижні по 6 годин на день.

До заліку з практики допускається бригада, що представила оформлені «Матеріали навчальної геодезичної практики». Залікову відмітку з практики ставить керівник практики на підставі індивідуального опитування учня і ступеня участі його в усіх видах робіт.

### 2. Виписка з робочої програми геодезичної практики

Мета і завдання. Набуття учнями знань, умінь і навичок з комплексу геодезичних робіт, необхідних для проектування, будівництва й експлуатації будинків і споруд.

У результаті проходження практики учні повинні:

Знати:

- зміст і технологію отримання топографічних планів, профілів та ін. геодезичних документів, точність, повноту і детальність відображення предметів місцевості й рельєфу;

- область і можливість застосування геодезичних знань;  
- методику, послідовність і технологію виконання геодезичних вимірювань;  
- технологію й організацію виконання геодезичних побудов,

контрольних вимірювань і вивірок;

- методику обґрунтування точності геодезичних побудов.

Уміти:

- вільно читати топографічні плани і карти, профілі, вільно вирішувати на їхній основі інженерні завдання;

- самостійно робити нескладні геодезичні вимірювання, побудови і роботи, пов'язані з розбивкою споруджень, контролем їхніх геометричних форм у процесі зведення, визначенням деформацій споруджень, установкою устаткування;

- організувати геодезичне забезпечення будівництва;

- обґрунтувати точність геодезичних побудов;

- обґрунтовано визначати завдання на виконання складних геодезичних робіт.

Отримати навички:

- складання топографічних планів і профілів;

- геодезичного проектування інженерних мереж;

- організації виконання найпростіших геодезичних робіт.

### Зміст практики і календарний графік робіт

<i>№ з/п</i>	<i>Зміст робіт</i>	<i>Тривалість робіт</i>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
	<b>I. Геодезичні вимірювання. Топографічні зйомки</b>	6 днів
1	Перевірка теодоліта. Вивчення ділянки місцевості. Закріплення семи точок теодолітного ходу	1 день
2	Вимірювання 7 кутів і 7 ліній теодолітного ходу	1 день
3	Обчислення координатних точок ходу	0,5 дня
4	Горизонтальна зйомка ділянки місцевості	0,5 дня
5	Перевірки нівеліра і геометричне нівелювання точок теодолітного ходу	1 день
6	Тахеометрична зйомка з точок теодолітного ходу	0,5 день
7	Нівелювання поверхні 200x100 м по квадратах зі сторонами 20 м	0,5 день
8	Опрацювання журналів	0,5 день
9	Побудова плану зйомки в масштабі 1:500, плану нівелювання поверхні і схем	0,5 день
	<b>II. Геодезичні вишукування</b>	3 дні
1	Розбивка пікетажу, зйомка смуги місцевості й нівелювання	1 дні

	траси довжиною 1 км	
2	Детальна розбивка кривої	1 день
3	Складання профілів траси і схем	1 день
	<b>ІІІ. Елементи геодезичного забезпечення будівництва</b>	6 днів
1	Побудова на місцевості опорних осей будинку	1 дня
2	Побудова на місцевості лінії з заданим ухилом на ділянці траси довжиною 150-200 м	1 день
3	Визначення планово-висотних координат недоступної точки	1 день
4	Перевірка вертикальності і створності архітектурно-будівельних конструкцій	0,5 дня
5	Розрахунок планування горизонтальної площаадки	0,5 дня
6	Побудова на місцевості похилої площини	0,5 день
7	Визначення недоступної відстані	0,5 дня
8	Визначення висоти і нахилу спорудження	0,5 день
9	Графічне оформлення вирішень інженерних завдань	0,5 день
10	Звіт	1 день

### Звітний матеріал:

1. Робочий зошит (перевірка теодоліта, нівеліра), визначення коефіцієнта далекоміра.
2. Журнал вимірювання кутів і ліній теодолітного ходу.
3. Журнал геометричного нівелювання теодолітного ходу.
4. Журнал тахеометричної зйомки.
5. Схема теодолітного ходу. Відомість координат.
6. Схема нівелірного ходу.
7. План топографічної зйомки місцевості.
8. Журнал-схема нівелювання поверхні по квадратах.
9. План нівелювання поверхні по квадратах.
10. Пікетажна книжка.
11. Журнал геометричного нівелювання траси.
12. Схема нівелювання траси.
13. Поздовжній і поперечний профілі траси в масштабах: 1:2000, 1:200.
14. Схема детальної розбивки кривої.
15. Проект геодезичної розбивки осей спорудження.
16. Журнал вимірювання кутів і ліній, побудованих у першому наближенні.
17. Схема побудови лінії з заданим ухилом.
18. Схема побудови похилої площини.

19. Визначення планово-висотних координат недоступної точки.
20. Перевірка вертикальності й створності архітектурно-будівельних конструкцій.
21. Розрахунок планування горизонтальної площини.
22. Схема визначення недоступної відстані.
23. Схема визначення висоти спорудження.
24. Схема визначення нахилу спорудження.
25. Використана література.

## 2. Інструкція з безпеки життєдіяльності й охорони праці при проходженні навчальної геодезичної практики

1. Геодезичні роботи на навчальній практиці повинні виконуватися відповідно до програми і графіка робіт при строгому дотриманні правил техніки безпеки.
2. Систематично перед початком роботи бригадир повинен ретельно оглянути робоче місце, геодезичні прилади й інструменти. Сокири і молотки повинні бути щільно насаджені з розклиниленням, а їхні рукоятки повинні бути без задирок і мати стовщення до вільного кінця. Шухляди для приладів повинні мати міцно закріплени ручки і ремені, а складні рейки - справні гвинти в місцях кріплення. Виявлені недоліки підлягають негайному усуненню, після чого інструменти можуть бути використані в роботі.
3. Переносити віхи, штативи й інші інструменти, що мають гострі кінці, дозволяється тільки, тримаючи їхніми гострими кінцями вниз. Сокири, лопати переносяться до місця роботи і назад у брезентовому чохлі.
4. При переходах по вулицях забороняється носити рейки на плечах. Переносити їх тільки в руках і неодмінно складеними при міцному закріпленні відповідних гвинтів.
5. Забороняється залишати без нагляду геодезичні прилади й інструменти. Не дозволяється залишати рейки, притулени до будинків і дерев, мірні стрічки на проїжджій частині доріг.
6. Геодезичні прилади, установлені на штативах, необхідно міцно закріплювати на місцевості, щоб уникнути їхнього падіння.
7. При переході через дорогу строго керуватися правилами, установленими для пішоходів. Особливу обережність варто дотримувати при переході на перехрестях вулиць. При веденні робіт уздовж доріг і проїздів необхідно виділяти сигнальника з прaporцями, що попереджає бригаду про транспорт, що наближається.

8. Забороняється піднімати рейки, вішки й інші предмети до проводів ліній електропередач і контактної мережі трамвайних і тролейбусних ліній на відстань, близче аніж 2 м.
9. Вимір висоти підвіски проводів ліній електропередач можна виконувати тільки аналітично.
10. Забороняється проводити роботи в смузі відчуження високовольтних ліній електропередач, електропідстанцій, без узгодження з відповідними організаціями.
11. Польові роботи повинні бути припинені при наближенні грози, під час грози небезично знаходитися під деревами і тулитися до стовбурів, бути близько від громовідводів, високих предметів (стовпів, що розташовані окремо, дерев та ін.), контактної електромережі, високовольтних ліній.
12. Забороняється працювати оголеними, а в сонячні дні - з непокритою головою, щоб не було теплового удару.
13. Не дозволяється працювати босим, лежати на сирій землі, сидіти на каменях, пити холодну воду, будучи розігрітим.
14. Потерпілому від нещасного випадку повинна бути надана перша медична допомога на місці до прибуцтя лікаря та забезпечене відправлення потерпілого в лікувальну установу.
15. Строго забороняється наносити ушкодження деревам, лісонасадженням, руйнувати шпаківні, мурашники, засмічувати територію ділянки.
16. Категорично забороняється паління й роздення багать у лісі.

### **3. Отримання і здавання геодезичного інструменту**

Прилади й інструменти видаються на бригаду при наявності документа (студентського квитка). При першому отриманні інструмент оглядає бригадир і член бригади. Результат огляду повідомляється співробітнику кафедри, який видав інструмент.

При огляді приладу слід звернути увагу на:

- комплектність приладу;
- цілісність оптики, скла, рівнів;
- наявність робочих і виправних гвинтів;
- плавність обертання робочих гвинтів і гвинтів зорової труби;
- якість зображення предмета і роботи рівнів і відлікових систем.

За збереження отриманого бригадиром інструмента несе відповідальність уся бригада. Про кожен випадок псування чи втрати приладу або інструмента, бригадир доповідає керівнику практики і складає акт, у якому викладає причину, обставини і винних у псуванні або втраті

інструмента.

Для здавання інструмент повинен бути очищений від бруду, пилу, вологи і змащений. Співробітник кафедри, що видав інструмент, приймає інструмент, попередньо оглянувши його.

#### 4. Правила користування геодезичними приладами

Прилади зі складу на ділянку робіт переносяться у футлярах. При вийманні приладу з футляра потрібно запам'ятати положення, у якому він там знаходився. Перед тим, як вийняти прилад, потрібно відпустити всі закріплени гвинти, затиски.

Штатив потрібно встановлювати стійко; ніжки його повинні бути розставлені таким чином, щоб вони не заважали при вимірюваннях і були висунуті настільки, щоб забезпечувалася зручність спостережень. Башмаки ніжок штатива повинні бути надійно втиснені у ґрунт. При установці штатива необхідно стежити за тим, щоб столик штатива був установленний в міру можливості горизонтально.

Прилад, вийнявши з футляра, ставлять на штатив, і, утримуючи його в цьому положенні однією рукою, іншою рукою загвинчують становий гвинт.

Не рекомендується надмірно затягувати кріпильні гвинти. Перш ніж обертати яку-небудь частину приладу, необхідно переконатися, що ослаблено відповідний кріпильний гвинт.

Прилад потрібно захищати від дощу і від прямих сонячних променів парасолькою або чохлом. Не можна торкатися пальцями оптичних деталей, видаляти з них пил м'яким волосяним пензликом, після чого протирати деталі чистою м'якою ганчіркою.

Переносити прилад з однієї станції на іншу можна на штативі при тugo затягненому становому гвинті й ослаблених кріпильних гвинтах. Переносити теодоліт, нівелір з рівнем на плечі потрібно так, щоб вертикальна вісь інструмента займала приблизно прямоносне положення. При цьому необхідно дві ніжки штатива скласти разом і утримувати їх руками, а третю – перекинути на спину.

Нівеліри з компенсаторами потрібно переносити в положенні, зазначеному інструкцією для даного типу нівеліра, коли розвантажені підвіски компенсатора, без струсу, поштовхів, різких рухів.

Мірні стрічки і рулетки при вимірюваннях необхідно охороняти від можливих зламів, від переїзду через них транспортних засобів. Розмотують стрічку, не допускаючи утворення петель. Розгорнену стрічку переносять двоє, тримаючи її за кінці.

Рейки, вішки не можна кидати; на них не можна носити вагу; не можна сідати на них.

При укладанні приладу в футляр не припустиме застосування сили; перед перенесенням приладу у футлярі необхідно закріпити всі кріпильні гвинти.

### 5. Перевірка і юстирування геодезичних приладів.

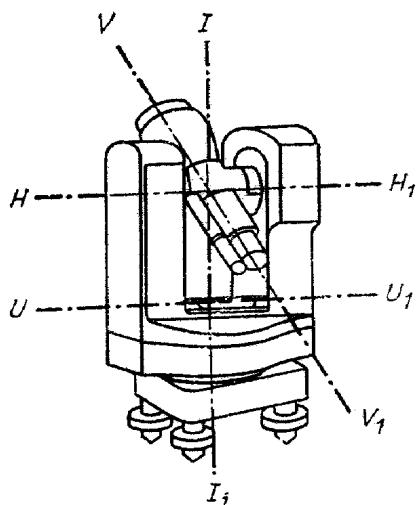
#### Перевірка і юстирування теодоліта

До теодоліта пред'являється ряд вимог, пов'язаних із взаємним розташуванням його основних осей. Основні умови, що повинні бути

дотримані в теодоліті при вимірюванні кутів: вертикальна вісь приладу повинна бути прямовисна, а візорна площа - вертикальна. Дотримання цих умов перевіряється при наступних перевірках і юстировках теодоліта.

I-II - вертикальна вісь (вісь обертання горизонтального кола);

H-H<sub>i</sub> - горизонтальна вісь (вісь обертання зорової труби); i-i<sub>i</sub> - вісь рівня горизонтального кола (дотична до внутрішньої поверхні ампули в нуль-пункті); У-У<sub>i</sub> - візорна вісь (пряма, що проходить через оптичний центр об'єктива і хрест ниток сітки)



*Рисунок 1. Основні осі теодоліта*

#### 6.1. Вісь циліндричного рівня аліади горизонтального кола (ГК) повинна бути перпендикулярна осі обертання теодоліта

Обертанням аліади ГК установлюють рівень по напрямку двох піднімальних гвинтів і, обертаючи ці гвинти в різні боки, приводять пухирець рівня в нуль-пункт. Беруть відлік по ГК. Повертають аліаду на  $180^\circ$ , використовуючи для цього отриманий відлік по ГК. Якщо пухирець рівня відхиливиться від нуль-пункту, то виправними гвинтами рівня переміщають пухирець у напрямку до нуль-пункту на половину дуги відхилення.

Викладені дії потрібно повторювати доти, поки після повороту аліади на  $180^\circ$  пухирець рівня буде відхилятися від нуль-пункту на величину дуги, меншу одного розподілу ампули рівня.

#### 6.2. Зображення вертикальної нитки сітки повинно знаходитися в площині, перпендикулярній осі обертання труби

Привівши вісь обертання в прямовисне положення, наводять на обрану точку так, щоб її зображення знаходилося на верхньому (чи нижньому) кінці вертикальної нитки. Потім, обертаючи трубу навідним гвинтом труби,

стежать за положенням точки. При дотриманні умови точка повинна знаходитися на вертикальній нитці. Якщо цього не відбувається, то, послабивши торцеві гвинти сітки ниток, повертають її на половину зсуву точки з вертикальної нитки в її нижньому (чи верхньому) кінці. Після цього загвинтити торцеві гвинти.

### **6.3. Візорна вісь труби повинна бути перпендикулярна осі обертання труби**

Вибирають точку на окремому добре видимому предметі, що знаходиться на око на одному рівні з теодолітом. Візують на обрану точку, при положенні вертикального кола, наприклад, із правого боку від трубы (КП), після чого беруть відлік і<sub>1</sub> по ГК. Потім переводять трубу через гвинт, візують на ту ж точку гвинтами алідади ГК і беруть знову відлік і<sub>2</sub> по ГК.

Геометричну умову можна вважати виконаною, якщо

$$C = \frac{\sqrt{+i_1^2 - i_2^2}}{2} < 1,5'.$$

Якщо  $C > 1,5'$ , то обчислюють середній відлік і навідним гвинтом алідади встановлюють його на лімбі. Унаслідок цього зображення точки предмета в полі зору трубы відхиляється від точки перетинання ниток сітки. Послабивши вертикальні вправні гвинти сітки, бічними вправними гвинтами сітки переміщають її до сполучення зображення точки предмета з перехрестям сітки.

Після вправлення перевірку потрібно повторити.

### **5.2. Вісь обертання труби повинна бути перпендикулярна осі обертання теодоліта**

Вибирають розташовану високо над теодолітом точку, таку, щоб кут нахилу променя візування на неї був більше  $30^\circ$ . Візують на обрану точку двічі

- при двох положеннях вертикального кола, беручи після кожного візування відлік по ГК.

Якщо напіврізниця відліків не перевищує  $1,5'$  - умова виконується. При більшій напіврізниці відліків теодоліт юстирують у майстернях з ремонту геодезичних інструментів.

### **6.5. Приведення місця нуля вертикального кола (ВК) до $0^\circ$**

Місце «нуля» - МО вертикального кола не повинно бути більш  $2'$ . Значення МО визначається візуванням на ту саму точку, бажано ближче до горизонту, при двох положеннях кола, й обчислюють для теодоліта 2ТЗОМ за формулою

$$\begin{gathered} \text{КЛ} + \text{КП} + 180^\circ \\ \text{МО} = \dots . \\ 2 \end{gathered}$$

При цьому, до відліку менше  $90^\circ$  потрібно додати  $360^\circ$ . Для виправлення МО необхідно установити по вертикальному колу відлік, рівний КЛ-МОї зсувом окулярної сітки юстирувальними гвинтами у вертикальному напрямку, сполучаючи перехрестя сітки ниток із зображенням обраної точки предмета.

Після юстирування знову повторити перевірку місця нуля і колімаційної похибки.

Формульовання перевірок, опис послідовності дій і отримані значення (відхилення пухирця рівня, величину колімаційної похибки і т.п.) записують у зошит перевірок. Після виконання перевірок зошит представляється на перегляд викладачеві й зберігається в папці матеріалів бригади.

### **Перевірки і юстирування нівеліра**

6.7. Вісь циліндричного рівня наближеної установки повинна бути перпендикулярна осі обертання нівеліра. Вісь круглого рівня наближеної установки повинна бути рівнобіжна осі обертання нівеліра.

Перевірка умови виконується так само, як і перша перевірка теодоліта.

6.8. Горизонтальна нитка сітки повинна бути перпендикулярна осі обертання приладу

На рейку, установлену прямовисно на 40-50 м від нівеліра, наводять трубу так, щоб зображення рейки вийшло з краю поля зору, після чого беруть

відлік по рейці. Потім трубу повертають навідним гвинтом нівеліра доти, поки зображення рейки зміститься в протилежний край зору труби і беруть після цього другий відлік по рейці. Якщо відліки однакові - умова виконується. В іншому випадку необхідно на середній відлік повернути сітку ниток, послабивши торцеві гвинти сітки.

### **6.9. Перевірка головного рівня**

- нівелір з рівнем - візорна вісь труби повинна бути рівнобіжна осі циліндричного рівня;
- нівелір з компенсатором - лінія візуування повинна бути горизонтальна в межах роботи компенсатора.

Лінію АВ довжиною 60-70 м закріплюють на місцевості двома чи кількома нівелірними башмаками, або вибирають її між стійко укопаними в ґрунт об'єктами.

Перевірка головної умови нівеліра виконується подвійним

нівелюванням точок лінії способом нерівних плечей.

Нівелір установлюють так (рис. 2), щоб об'єктив знаходився над точкою А. Рейку ставлять прямовисно на т. А і прочитують по ній відстань від точки А до верхньої точки циліндра об'єктива. Середнє значення є висота променя візуування над т. А -  $j_A$ .

По рейці в точці В прочитують і'в у момент, коли пухирець рівня знаходиться в нуль-пункті.

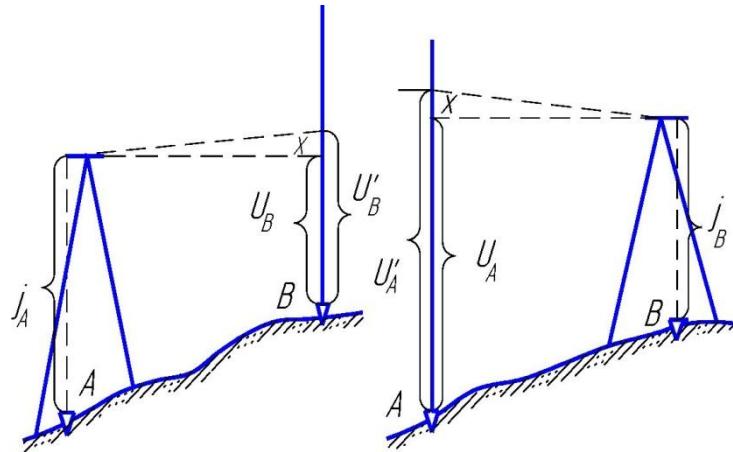


Рисунок 2. Схема перевірки нівеліра

Потім нівелір встановлюють у точці В і вимірюють і'в, а по рейці в т. А прочитують відлік  $i'_A$  (рис. 2).

Обчислюють величину  $x$

$$x = \frac{U'_A + U'_B}{2} - \frac{j_A + j_B}{2}$$

Умова практично виконується, якщо  $x < \pm 4$  мм. В іншому випадку обчислюють правильний відлік  $U_A$ , що повинен бути при горизонтальному промені візуування.

Якщо нівелір з компенсатором, то вертикальними вправними гвинтами сітки ниток установлюють її на правильний відлік.

Якщо нівелір з рівнем, то елеваційним гвинтом установлюють горизонтальну нитку сітки на правильний відлік, після чого пухирець рівня зайде з нуль-пункту. Діючи потім вертикальними вправними гвинтами циліндричного рівня, приводять пухирець у нуль-пункт.

Перевірку для контролю необхідно повторити.

Як і в теодоліті, результати виконання перевірок записують у зошит перевірок приладів.

## РОЗДІЛ II ЗНІМАЛЬНА ГЕОДЕЗИЧНА МЕРЕЖА І ВИКОНАНЯ ЗЙОМОК У МАСШТАБІ 1:500 (1:1000)

### 7. *Вивчення ділянки місцевості; проектування теодолітного ходу; закріплення точок ходу*

Ділянка місцевості, що підлягає зйомці, і його границі вказує бригаді керівник практики.

При вивчені ділянки місцевості визначають склад предметів місцевості. положення яких необхідно буде визначити при зйомці. Обов'язковому відображення на планах у масштабі 1:500 - 1:1000 підлягають усі предмети, що виражуються в масштабі плану.

Зйомці підлягають:

- житлові, нежитлові і громадські будинки, споруди і їхні деталі, розмір яких більше 20 см;
- усі щогли і стовпи електроліній і ліній зв'язку, виходи підземних комунікацій, спорудження;
- дороги, стежки;
- загороження, границі сільськогосподарських угідь;
- окремо розташовані дерева товщиною більш 3 см (подеревна зйомка парків і лісових масивів виконується за особливим завданням);
- ріки, струмки, канави, місця виходів ґрунтових вод;
- виїмки, насипи, яри, укоси.

Не знімаються тимчасові й переносні спорудження.

При вивчені ділянки знайомляться з рельєфом місцевості.

Також необхідно відшукати прилеглі до ділянки пункти геодезичної опорної мережі.

Для виконання зйомки необхідно мати геодезичне обґрунтування. Одним з видів геодезичного знімального обґрунтування є теодолітні ходи.

Проектування теодолітного ходу проводиться на схематичному кресленні місцевості, складеному візуально, з дотриманням таких умов:

- положення точки теодолітного ходу необхідно вибирати так, щоб була гарна видимість сусідніх точок ходу, і більшого числа предметів місцевості в радіусі 100-150 м, особливо твердих контурів, кутів капітальних будинків і т.п.; місце навколо точки повинно бути зручним для установки теодоліта і забезпечувати збереження точки;

- лінії між точками ходу повинні проходити по найрінішій місцевості, твердій, незарослій, зручній для лінійних вимірювань; довжина лінії ходу не повинна перевищувати 350 м і бути не менш 20 м; положення ліній повинно вибиратися з обліком максимального їхнього використання при зйомці предметів місцевості перпендикулярами довжиною до 20 м; довжина ходу

не повинна перевищувати 1,2 км;

- число точок ходу повинно бути таким, щоб забезпечувалася з них зйомка всієї ділянки місцевості;

- форма теодолітного ходу визначається конкретними умовами місцевості; хід повинен бути в міру можливості витягненим чи поступово змінювати напрямок; зигзагоподібна форма ходу не рекомендується; для контролю хід повинен бути зімкненим чи розімкненим, але опиратися кінцями на пункти геодезичної опорної мережі. Висячий хід з однією точкою повороту допускається довжиною до 100 м на забудованій і до 150 м на незабудованій території.

Для позначення точки теодолітного ходу в обраному місці забивають у ґрунт металевий стрижень чи дерев'яний кіл по його торцях. Точка ходу позначається на верхньому торці кола забитим цвяхом, точкою перетинання прокреслених діагоналей або нахилом металевої шпильки.

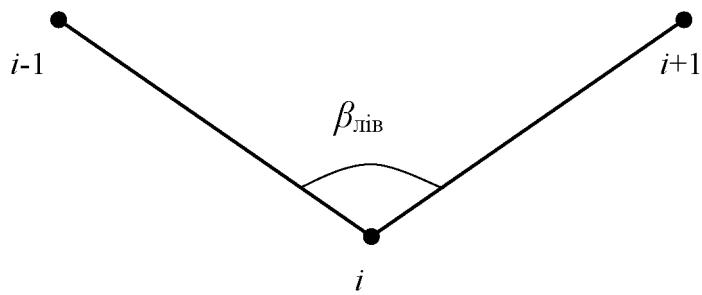
За наявності опорної геодезичної мережі теодолітний хід повинен бути геодезично прив'язаний до них одним з найпростіших способів або включенням у знімальний хід пунктів опорної мережі.

## 8. Вимірювання кутів і ліній теодолітного ходу

Над вершиною вимірюваного кута встановлюють штатив із теодолітом з помилкою центрування 3-4 см і втоплюють наконечники ніжок штатива в ґрунт, стежачи за тим, щоб головка штатива займала на око горизонтальне положення. Піднімальними гвинтами за рівнем алідади ГК установлюють вісь обертання приладу в прямовисне положення. Послабивши потім основний гвинт, пересувають теодоліт по головці штатива, домагаючись, щоб схил установився над точкою ходу з помилкою 2-3 мм і закріплюють становий гвинт. Після цього знову приводять вісь обертання приладу в прямовисне положення. Після кількох таких наближень теодоліт установиться в робоче положення.

Прийом виміру лівого (щодо напрямку ходу) кута складається з двох напівприйомів. Загвинчують кріпильний гвинт лімба.

Перший напівприйом вимірювання кута. Гвинтами труби й алідади ГК (кріпильним і навідним) наводять трубу на передню точку *i* +1 (рис. 3) і беруть відлік (градуси, хвилини і десяті частки хвилин).



*Рисунок 3. Схема вимірювання кута*

Кращі результати дає візуування на металеву шпильку від мірної стрічки, установленої прямовисно в точку на дерев'яному кілочку. За відсутності видимості шпильки на точці утримують віху в прямовисному положенні й візують на середину нижньої видимої частини віхи. Потім гвинтами труби й аліади ГК наводять трубу на задню точку  $i-1$  і беруть відліки. Різниця відліків дає перше значення лівого кута.

Другий напівприйом складається з аналогічних дій. Між напівприйомами необхідно трубу повернути черезzenit і повернути лімб ГК приблизно на  $1-2^\circ$ .

Розбіжність двох значень кута, отриманих з 1 і 2 напівприйомів, не повинна перевищувати  $2,0'$ .

Остаточне судження про якість вимірювання всіх кутів ходу дає значення кутового нев'язання ходу, що повинно бути менше

$$f_{\beta_{\text{нрвд}}} = 1' \cdot \sqrt{n} ,$$

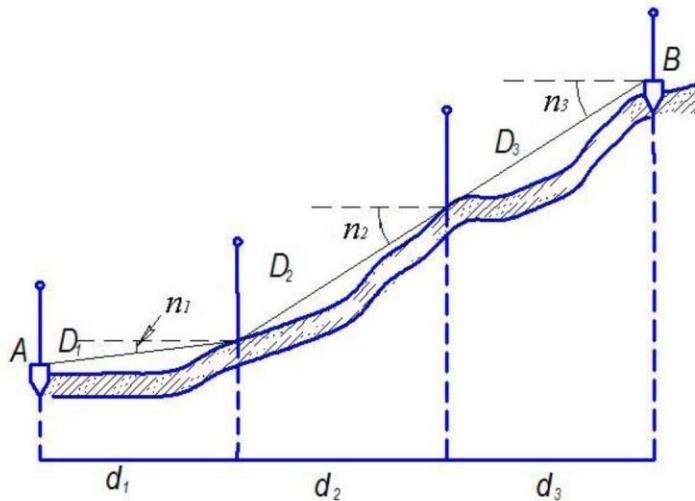
де  $n$  – число кутів.

Вимірювання лінії роблять два вимірники: задній і передній. Задній вимірник уколює шпильку в початкову точку лінії і чіпляє на цю шпильку косим вирізом кінець розмотаної стрічки. Передній вимірник з 5 (10) шпильками за вказівкою заднього вимірника укладає на землю передній кінець стрічки, натягненої в створі лінії, прямовисно встремляє в землю шпильку через косий виріз переднього кінця стрічки. Після того як задній вимірник вийме шпильку, передній вимірник знімає кінець стрічки з уколотої шпильки. Потім стрічку протягають уперед; задній вимірник зачіпає кінець стрічки за шпильку, закріплену в землі переднім вимірником; викладений процес відкладання стрічки повторюють. Після кожного відкладання число шпильок у заднього вимірника збільшується на 1; після  $n$  відкладень у заднього вимірника буде  $(n+1)$  шпилька. Наприкінці лінії між останньою шпилькою і кінцевою точкою лінії вимірюють залишок та стрічкою з точністю до 1 см. Довжину лінії підраховують за формулою

$$d = n \cdot l_0 + r ,$$

де  $l_0$  – номінальна довжина стрічки (зазвичай 20 м).

Для визначення горизонтальної проекції лінії на місцевості вимірюють за допомогою теодоліта або екліметра кут нахилу всієї лінії чи окремих її частин, довжини яких фіксуються при вимірюванні стрічкою (рис. 4).



*Рисунок 4. Визначення горизонтальних прокладань*

Горизонтальну довжину  $d_j$  обчислюють за формулою

$$d_j = D_j \cdot \cos v_j.$$

Горизонтальну довжину можна також отримати за формулою

$$d = D - \Delta D,$$

де виправлення за нахил лінії

$$\Delta D = D \cdot 2 \sin^2 \nu_2.$$

За значеннями  $d^{np}$ ,  $d^{zp}$  горизонтальної довжини, отриманим у результаті вимірювання в прямому і зворотному напрямках, обчислюють різницю  $\Delta d = d^{np} - d^{zp}$ . Відношення  $|\Delta d : d|$  не повинно бути більше 1/2000.

Відносне лінійне нев'язання  $\frac{1}{\Sigma d : f_d}$ , зумовлене при обчислювальній обробці теодолітного ходу, повинно бути менше 1/2000.

Вихідними даними для обчислювальної обробки теодолітного ходу є дирекційні кути ліній і координати точок опорної геодезичної мережі, до яких геодезично прив'язаний теодолітний хід. За відсутності пунктів опорної мережі в районі робіт, хід орієнтується по магнітному азимуту однієї сторони й обчислення роблять в умовній системі координат.

Для вимірювання магнітного азимуту необхідно установити теодоліт у точці А, прикріпити бусоль до штифта на кокусі ВК. У положенні КЛ сполучаємо нуль алідади з нульовим штрихом лімба ГК і закріплюємо алідаду з горизонтальним колом, натиснувши важіль повторювального пристрою. Відкріплюємо лімб і, обертаючи його, сполучаємо північний кінець магнітної стрілки з нульовим штрихом бусолі. Закріплюємо лімб. Відкріплюємо алідаду, натискаючи фіксатор повторювального пристрою, візуємо на точку В. Відлік по ГК – це магнітний азимут лінії АВ.

## 9. Прокладання нівелірного ходу по точках знімальної геодезичної мережі

Для визначення висот точок теодолітного ходу, на місцевості прокладають замкнений хід геометричного нівелювання, у який як сполучні точки включають точки теодолітного ходу. Відстань від приладу до рейки повинна бути менше 300 м.

Нівелір установлюють на рівних відстанях між двома сполучними точками, а на сполучні точки встановлюють прямовисно рейки. Піднімальними гвинтами приводять пухирець настановного рівня в нуль-пункт.

Описаним шляхом беруть відліки в наступній черговості:

- 1)  $U^{3(u)}$  – відлік по чорній (основній) шкалі задньої рейки;
- 2)  $U^{n(u)}$  – відлік по чорній шкалі передньої рейки;
- 3)  $U^{n(k)}$  – відлік по червоній (допоміжній) шкалі передньої рейки;
- 4)  $U^{3(k)}$  – звіт по червоній шкалі задньої рейки.

Різниця між відліками по червоній і чорній шкалах кожної рейки не повинна відрізнятися від величини зсуву шкал більш ніж на 4 мм (величина зсуву шкал дорівнює початковому відліку червоної шкали по п'яті рейки).

Розбіжність у перевищеннях

$$h^u = U^{3(u)} - U^{n(u)} ; \\ h^k = U^{3(k)} - U^{n(k)}$$

не повинні перевищувати дляожної станції  $\pm 5$  мм.

Нев'язання перевищень нівелірного ходу повинні бути менше

$$f_{h_{\text{перед}}} = \pm 50 \text{ мм} \cdot \sqrt{L} ,$$

де  $L$  – довжина ходу в км.

У момент відліку рейка повинна займати прямовисне положення. Цього можна також домогтися погойдуванням рейки в напрямку лінії візування; нівелювальник у такому випадку фіксує найменший видимий їм відлік.

Зі збільшенням кута нахилу місцевості відстань між сполучними точками значно скорочується. Передню сполучну точку вибирають наближеннями після вибору станції нівеліра.

Нівелірний хід повинен бути геодезично прив'язаний до вихідних реперів.

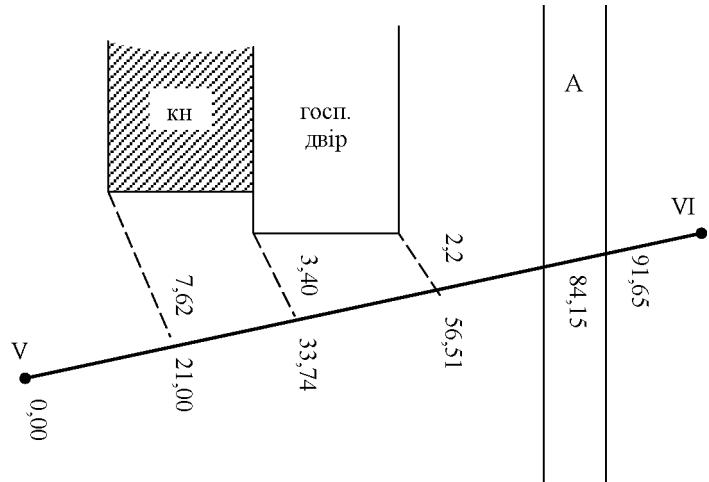
## 10. Горизонтальна (теодолітна) зйомка

Теодолітна зйомка застосовується на ділянках з рівнинним рельєфом для зйомки забудованих територій.

Планове положення об'єктів місцевості при теодолітній зйомці визначається одним з наступних способів.

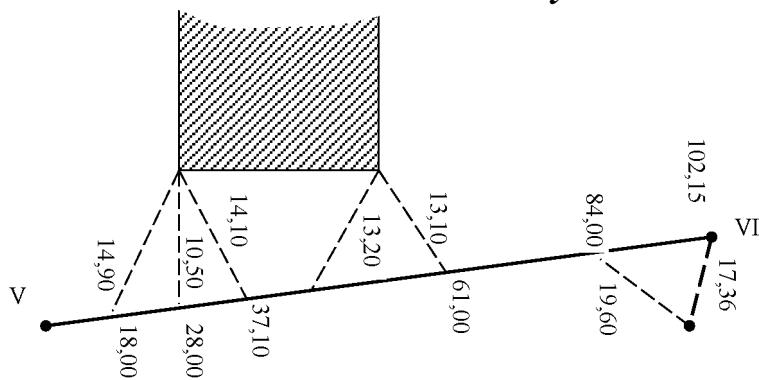
Способом перпендикулярів (рис.5) роблять зйомку з боків ходу. Створ точок ходу визначають за допомогою теодоліта. Стрічкою

вимірюють відстань від початкової точки лінії ходу до основи перпендикуляра. Основу перпендикуляра визначають на око при довжині перпендикуляра менше 4 м (6), екером - при довжині до 20 м (40). Довжину перпендикуляра вимірюють рулеткою. Результати заносяться в абрис.



*Рисунок 5. Зйомка способом перпендикулярів*

Спосіб лінійних засічок використовують, коли точки споруди знаходяться поблизу точок та ліній геодезичного обґрунтування (рис. 6). Довжина засічок не повинна перевищувати довжини рулетки. Кут засічки у повинен мати значення  $40^\circ \leq y \leq 140^\circ$ .



*Рисунок 6. Зйомка способом лінійних засічок*

Спосіб створів (рис. 7) застосовується на забудованій території. Створ стіни будинку фіксується на лініях ходу, на стінах сусідніх будинків.

Дозволяється також вести зйомку нетвердих контурів зі створної лінії методом перпендикулярів.

Спільне застосування способів перпендикулярів, лінійних засічок, створів і обмірювань будинків дозволяє якісно вести зйомку смуги забудованої території уздовж лінії теодолітного ходу.

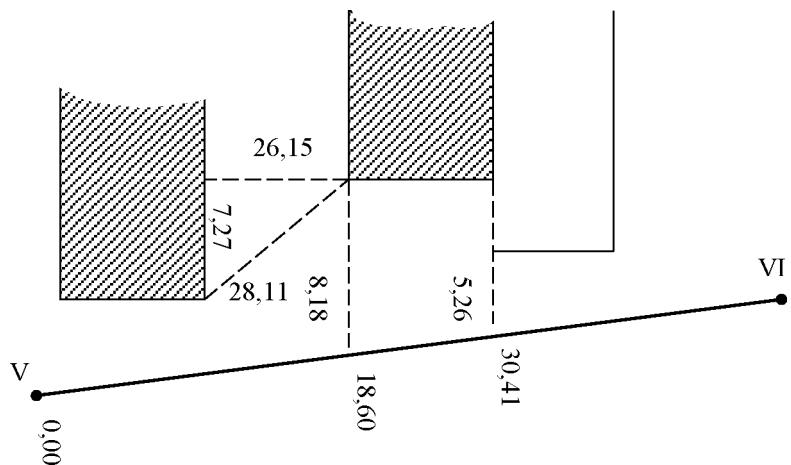


Рисунок 7. Зйомка способом створів

Способом полярних координат ведуть зйомку забудованої території, віддаленої від ліній ходу. Полярні відстані до твердих контурів, вимірювані стрічкою, не повинні перевищувати 120 м (180 м). За цим методом теодоліт установлюють над точкою ходу і орієнтують лімб у такий спосіб. Нуль лімба і аліади сполучають гвинтами аліади, потім візують гвинтами лімба на сусідню точку ходу і закріплюють лімб. У такому випадку при наведенні на точку місцевості відлік по орієнтованому ГК дорівнює полярному куту.

Результати вимірювання кутів і ліній заносять у журнал зйомки по номерах точок; в абрис заносяться об'єкти місцевості і їхнього номера.

Спосіб кутових засічок (рис. 8) застосовується в тому випадку, коли вимірювання відстані до об'єкта місцевості чи важко, чи недоцільно.

Для вимірювання кутів  $b_1$ ,  $b_2$  лімб орієнтують на сусідню точку ходу. Спосіб дає надійні результати, коли  $40^\circ < g < 140^\circ$ .

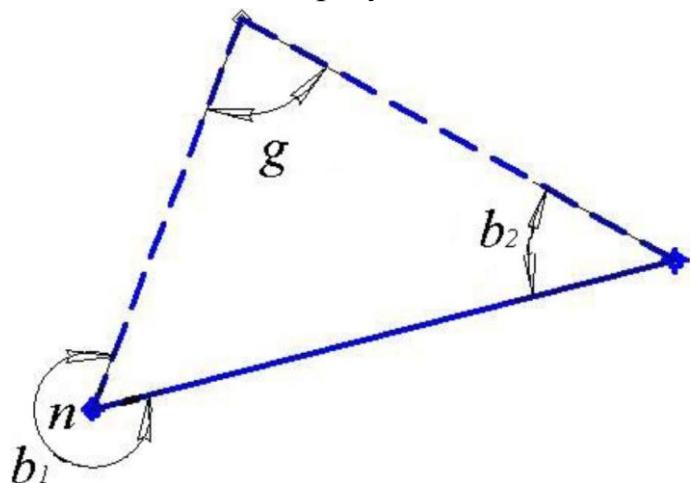


Рисунок 8. Спосіб кутових зарубок

## **9. Висотна зйомка забудованої території**

Геометричним нівелюванням визначається висотне положення об'єктів місцевості, планове положення яких знайдене при горизонтальній зйомці.

Нівелюванню підлягають усі характерні точки, але не рідше, аніж через 20 м (30 м). Визначаються оцінки підлоги 1 поверху капітальних будинків, вимощення на кутах будинків, цоколів будинків, колодязів, водостічних грат й інших виходів підземних споруджень, верху і низу підпірних стінок, приямків, тротуарів, лотків, настилу мостів, рівня води у водоймі.

При нівелюванні вулиць (проїздів) розбиваються поперечні створи через 20 м і визначаються оцінки фасадної лінії, на брівці тротуару, у лотку, на брівці і на дні кювету, верху і низу бордюрного каменю, осі проїжджої частини.

З цією метою нівелір встановлюють в обраному місці. По рейці, встановленій на точці нівелірного ходу, беруть горизонтальним променем відлік по чорній і червоній шкалі. Потім рейку послідовно встановлюють у перераховані вище точки, беручи відліки тільки по чорній стороні рейки. При цьому проводиться абрис зйомки і журнал нівелювання.

Максимальна відстань від нівеліра до рейки не повинна перевищувати 150 м.

Після закінченні роботи на станції варто взяти контрольний відлік по рейці на найближчій точці нівелірного ходу.

## **10. Тахеометрична зйомка**

Тахеометрична зйомка для складання плану в масштабі 1:500 (1:1000) застосовується на незабудованих територіях.

При тахеометричній зйомці планове положення точок місцевості визначають полярними координатами, висотне положення - тригонометричним нівелюванням (рис.9). Для цього при наведенні на рейку, установлену прямовисно в характерній точці місцевості, визначають три аргументи: полярну відстань нитяним далекоміром, полярний кут по орієнтованому ГК, відлік по ВК, що відповідає куту нахилу променя візуування.

Послідовність робіт на станції наступна.

Теодоліт-таксиметр над точкою знімального обґрунтування приводять у робоче положення. Вимірюють ї - висоту інструмента від точки до осі обертання труби приладу. Визначають місце нуля (МО) двічі - по наведеннях на дві точки. Орієнтують лімб при КЛ на сусідню точку ходу: нуль лімба і нуль алідади ГК сполучають гвинтами алідади, потім візують

гвинтами лімба на сусідню точку ходу і закріплюють лімб. Наведення на точки місцевості надалі виконують гвинтами аліади.

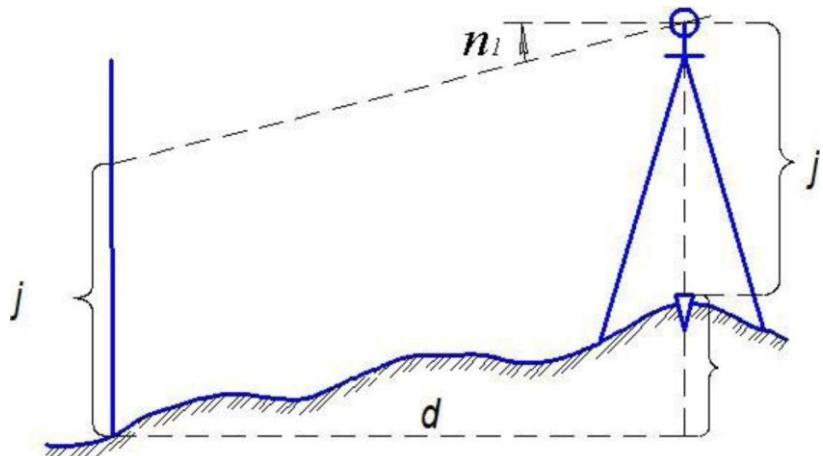


Рисунок 9. Схема тригонометричного нівелювання

Рейку встановлюють прямовисно на точку місцевості і візують на неї гвинтами аліади ГК. Гвинтами (кріпильним і навідним) труби наводять середню нитку сітки приблизно на відлік, що дорівнює  $j$ . Потім навідним гвинтом труби наводять верхню видиму нитку сітки на найближчий до цієї нитки початок дециметрового розподілу, наприклад, на відлік 1200 мм, і беруть відлік по нижній видимій нитці, наприклад, 1674 мм. Тоді далекомірну відстань (без постійного доданка) легко отримують як помножену на 100 різницю цих відліків, наприклад,  $(1674 \text{ мм} - 1200 \text{ мм}) 100 = 47,4 \text{ м}$ , оскільки ці обчислення робляться усно.

Навідним гвинтом труби наводять середню нитку на відлік, що дорівнює висоті інструмента  $j$  на станції. Беруть відліки по ГК і ВК. По ГК відлік дорівнює полярному куту.

Отримані в такий спосіб три аргументи заносять у відповідні графи журналу в рядок, якому присвоєний номер рейкової точки.

Рейка переноситься в наступну точку місцевості. Описаним шляхом отримують відповідні три аргументи, і так далі.

Одночасно з веденням журналу у довільному масштабі складається схематичне креслення-абрис місцевості. На абрисі показують точку стояння, напрямок на точку ходу, на яку орієнтований лімб, розташування всіх рейкових точок і їхнього номера, об'єкти, контури місцевості; рельєф схематично відображається горизонталями; лінії одного ухилу між рейковими точками зображені штрихами.

Рейка встановлюється послідовно в характерних точках контурів, об'єктів місцевості і характерних точках рельєфу - вододілах, водозливах, на вершинах, підошвах, перегинах схилів, на дні улоговин, на сідловинах, на брівках, основах і переломах укосів.

Максимальна відстань:

- між рейковими точками 15-20 м;
- від інструмента до рейкової точки при зйомці рельєфу 100 м;
- від інструмента до рейкової точки при зйомці твердих контурів 60 м, нетвердих контурів - 80 м.

### 13. Геометричне нівелювання поверхні

На відкритій незабудованій території зі слабо вираженим рельєфом зйомка поверхні проводиться нівелюванням вершин квадратів.

Побудова сітки квадратів виконується теодолітом і стрічкою. Спочатку будуують сітку великих квадратів зі сторонами 100 м, вершини яких закріплюють колами.

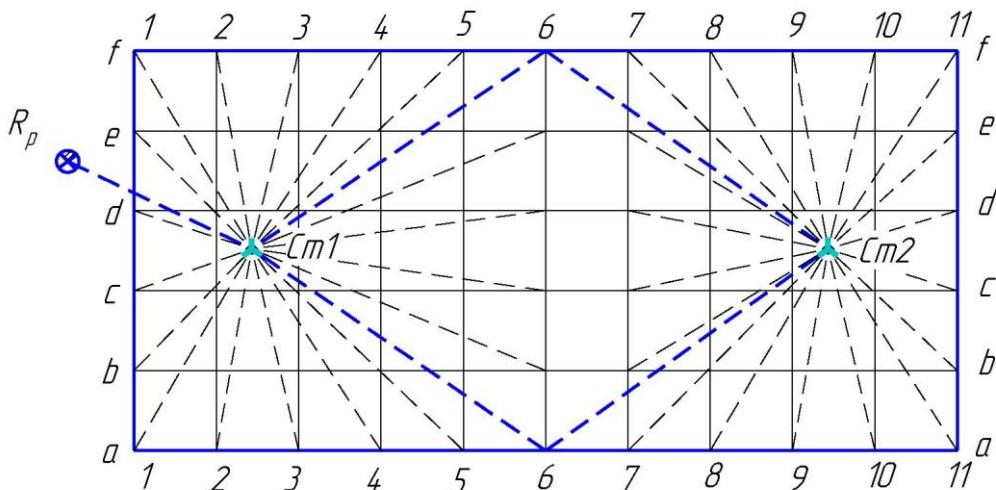


Рисунок 10. Схема нівелювання по квадратах

На сторонах великих квадратів фіксують довжини сторін малих квадратів по 20 м. Розбивку малих квадратів проводять одночасно з нівелюванням їхніх вершин.

Нівелір встановлюють у середині більшого квадрата (рис.10). Г орізонтальним променем візуування беруть два відліки - по чорній і червоній шкалах рейки, встановленої в сполучній точці задньої, а потім передньої рейок. Прив'язаний у такий спосіб рівень приладу використовують для нівелювання вершин квадратів. Рейку послідовно встановлюють у вершинах малих квадратів по осі 1-1, беручи відліки по чорній стороні. Потім у точках 2a, 2f установлюють віхи, у створі яких визначають нові вершини квадратів чи стрічкою-тросом довжиною 100 м з позначками через 20 м, одночасно нівелюючи їх. Після цього переходят до осі 3-3 і т.д.

Відліки по рейках записують на схемі мережі квадратів праворуч від відповідних вершин.

Обрій приладу на наступній станції прив'язують до сполучних точок

нівелірного ходу.

Нівелірний хід повинен бути замкненим або кінцями спиратися на вихідні репери.

Нівелювання поперечних напрямків ходу застосовується при зйомці закритої місцевості зі слабо вираженим рельєфом. Геодезичну опору утворить теодолітний хід (рис. 11).

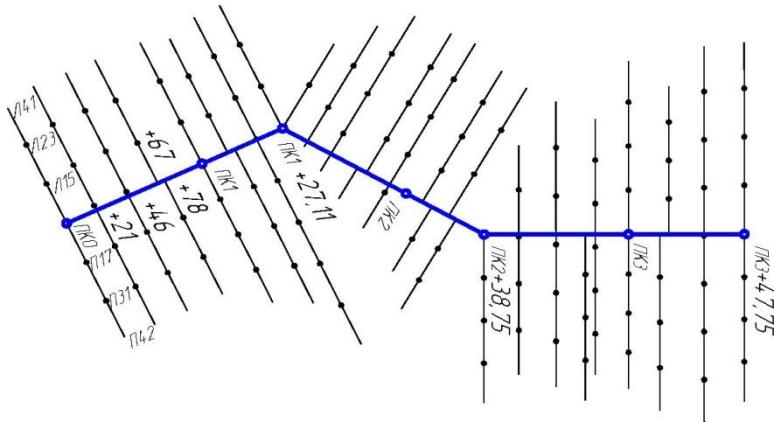


Рисунок 11. Нівелювання поперечних напрямків теодолітного ходу

Кути ходу вимірюються теодолітом; довжини ліній вимірюються стрічкою двічі; при другому вимірюванні ліній фіксуються основи перпендикулярів, положення яких вибирають за допомогою екера. Положення точок фіксується проміром стрічкою або рулеткою.

Точки для зйомки рельєфу намічають не рідше, аніж через 20 м. Теодолітний хід повинен бути прив'язаним до пунктів геодезичної опорної мережі, а нівелірний - до вихідних реперів. Точки нівелюють зі станцій, прив'язаних до нівелірного ходу.

Результати нівелювання точок записують у журнал нівелювання.

### РОЗДІЛ III ГЕОДЕЗИЧНІ РОБОТИ ПРИ ВИМІРЮВАННЯХ ЛІНІЙНИХ СПОРУД

Польові геодезичні роботи при вимірюваннях лінійних споруд включають:

- а) визначення на місцевості положення кінцевих і проміжних точок траси, вибір напрямку траси на окремих ділянках;
- б) вимір ліній і кутів повороту траси, геодезична прив'язка кінцевих точок траси до пунктів опорної мережі;
- в) розбивку пікетажу по трасі з розбивкою поперечних напрямків і кругових кривих;
- г) зйомку смуги місцевості уздовж траси;
- д) нівелювання пікетів, точок траси і точок поперечних напрямків.

На навчальній практиці точки і загальний напрямок траси бригаді вказує керівник практики. На місцевості траса закріплюється дерев'яними кілками; на лінії між точками ставляться вішки і перший раз вимірюються стрічкою у зворотному напрямі. Другий раз довжини ліній вимірюються в прямому напрямі одночасно з розбивкою пікетажу.

#### 14. Розбивка пікетажу і кривих трас

Розбивка пікетажу на прямих і плані ділянках траси проводиться в такий спосіб. Теодоліт встановлюють у початковій точці траси на ПКО в робоче положення і візують на наступну точку траси. Колімаційну площину труби при такому орієнтуванні використовують для установки пікетів у створі траси.

Розбивку пікетажу роблять стрічкою зі шпильками. Від початкової точки

- пікет 0 (ПКО) - фіксуються відрізки довжиною 100 м горизонтальної відстані (рис. 12).

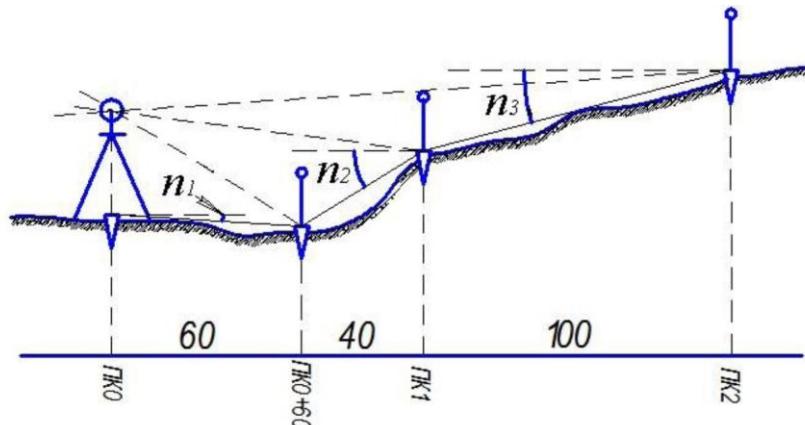


Рисунок 12. Розбивка пікетажу на похилих ділянках траси

На похилих ділянках необхідно, відклавши 100 м, відкласти ще уперед виправлення за нахил ліній на визначеній ділянці довжини  $d$

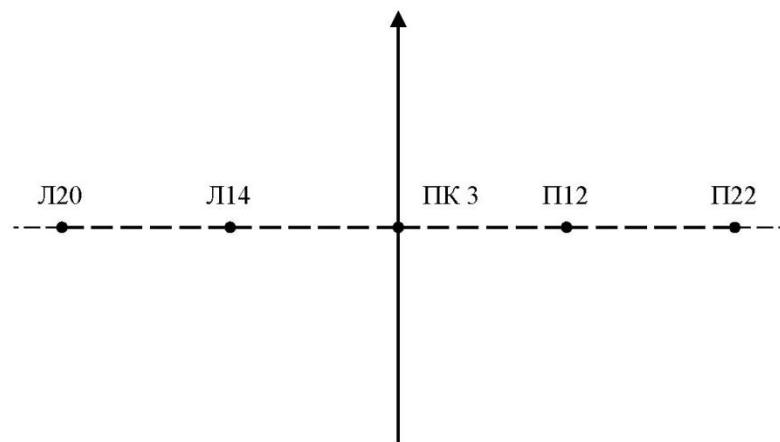
$$\Delta d_v = d \cdot (\sec v - 1) \approx d \cdot 2 \sin^2 \frac{v}{2} .$$

Перпендикуляр визначається теодолітом чи екером, відстань від осі лінійного спорудження – рулеткою, стрічкою. Теодоліт установлюють для визначення створу через 300–400 м.

Пікети позначають на місцевості кілочками, які забивають урівень із землею. На торці кілочка підписують номер бригади і пікету.

Крім пікетних точок на осі відзначають характерні точки рельєфу і контури місцевості (наприклад, на рис. 12 – ПКО+60).

Для характеристики смуги місцевості перпендикулярно трасі розбивають поперечні створи довжиною 40–50 м не рідше, ніж через 300 м на рівнинних ділянках і через 50–100 м – на пересіченому рельєфі. Порядок нумерації точок поперечного профілю показаний на рис.13.



*Рисунок 13. Нумерація точок поперечного профілю*

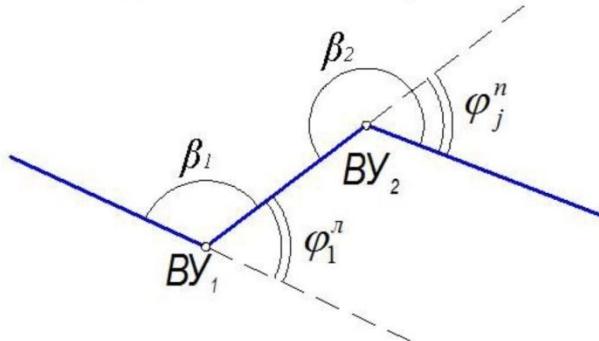
Описаним шляхом проводять розбивку пікетажу до вершини кута повороту траси і визначають її пікетажне значення ПК<sub>ВК</sub>.

Кут повороту траси, тобто кут між продовженням попереднього напрямку і новим напрямком (рис. 14) визначають за формулою

$$\varphi_1^n = 180^\circ - \beta_j^n ;$$

$$\varphi_j^n = \beta_j^n - 180^\circ .$$

Кут  $\beta$  вимірюється теодолітом повним прийомом.



*Рисунок 14. Схема визначення кутів повороту траси*

У місцях повороту траси прямі ділянки сполучають кривою, у найпростішому випадку – круговою кривою (рис. 15). По аргументах –  $\phi$  і  $R=100$ , знаходять з таблиці елементи значення кругової кривої:

Т – тангенс;

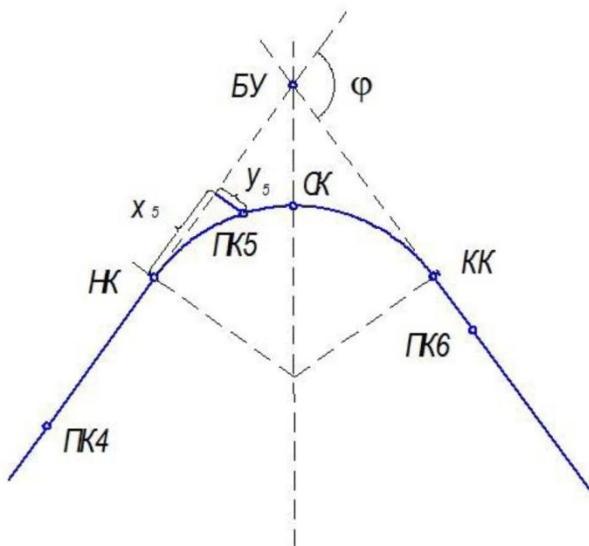
К – крива;

Б – бісектриса;

Д – домір.

Контроль

$$Д = 2T - DO$$



*Рисунок 15. Головні точки кругової кривої*

Пікетажне значення точок початку кривої (НК), середини кривої (СК), кінця кривої (КК) знаходять за формулами

Контроль

$$\text{ПК}_{\text{НК}} = \text{ПК}_{\text{БУ}} - T;$$

$$\text{ПК}_{\text{КК}} = \text{ПК}_{\text{БУ}} + T - D;$$

$$\text{ПК}_{\text{СК}} = \text{ПК}_{\text{НК}} + D/2;$$

$$\text{ПК}_{\text{СК}} = \text{ПК}_{\text{КК}} - D/2.$$

На місцевості початок кривої знаходять, відкладавши від відповідного пікету обчислену пікетажну відстань. Точку закріплюють кілочком з написом НК.

Точку середини кривої СК визначають за допомогою теодоліта, встановленого у БУ і стрічки. Теодолітом відкладають половину кута  $\phi$  і уздовж отриманого напрямку відкладають довжину бісектриси.

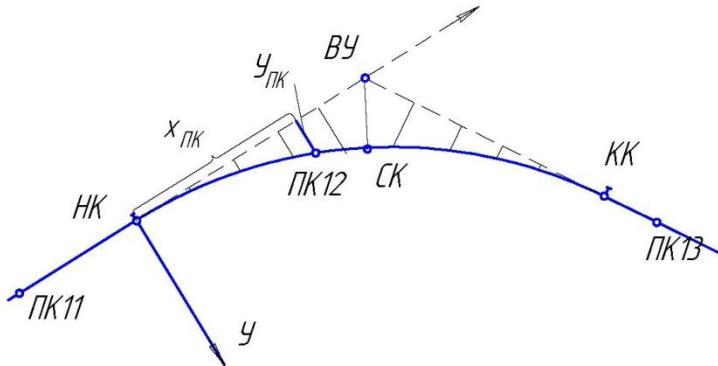
Точку КК знаходять у такий спосіб. Від вершини кута відкладають у новому напрямку траси величину доміру –  $D$  і потім продовжують розбивку пікетажу на новій прямій, одночасно закріплюючи точку КК відповідно до її пікетажного значення.

Розбивка пікетів на прямій виконується способом прямокутних координат. За пікетажним значенням точки НК (КК), знаходячи відрізок ДО кривої від НК (КК) до пікету. За значенням цього відрізка кривої і радіуса заокруглення визначають з «Таблиць детальної розбивки кривих способом прямокутних координат» величини  $X_{\text{ПКj}}$ ,  $Y_{\text{ПКj}}$ ; на місцевості положення пікету на кривій знаходять відкладенням  $X_{\text{ПКj}}$  від НК (КК),  $Y_{\text{ПКj}}$  у перпендикулярному напрямку за допомогою екера і рулетки.

Детальну розбивку кривої необхідно виконати способом прямокутних координат через 5 м (рис. 16). Прямокутні координати точок кривої

вибираються з «Таблиць детальної розбивки кривих способом прямокутних координат».

Розбивку роблять із двох сторін – від початку і кінця кривої. По тангенсах відкладають абсциси точок, екером і стрічкою – ординати. Точки кривої закріплюють колами.



*Рисунок 16. Детальна розбивка кругової кривої*

## 15. Зйомка смуги місцевості уздовж траси

Одночасно розбивкою пікетажу на прямих і кривих ділянках траси виконується зйомка смуги місцевості переважно способом перпендикулярів.

Результати розбивки пікетажу і зйомки смуги заносяться в пікетажний журнал.

## 16. Нівелювання траси

Для визначення висот точок траси прокладають хід геометричного нівелювання, що включає, як сполучні, точки ходу частину точок пікетажу. Інші точки траси розглядаються як несполучні, проміжні.

Методика нівелювання сполучних точок викладена в § 9.

На кожній станції, після отримання і перевірки відліків на 2 сполучні точки, не змінюючи рівень приладу, задню рейку встановлюють послідовно на проміжні точки і беруть відліки по основній (чорній) шкалі рейки.

Якщо рельєф місцевості не дозволяє нівелювати всі точки переднього поперечного напрямку з однією станцією, точки, що залишилися, нівелюють із сусідньої станції або зі станції, що влаштовується спеціально для нівелювання цих точок і включається в нівелірний хід, прив'язуючи рівень цієї станції до однієї зі сполучних точок ходу (рис. 17).

Кінці нівелірного ходу повинні бути геодезично прив'язані до вихідних реперів. Якщо на одному кінці траси відсутній вихідний репер, то необхідно покласти нівелірний хід у зворотному напрямку, у якому як сполучні точки необхідно включати через 500 м деякі сполучні точки

прямого ходу. У такому випадку прямий і зворотний хід утворять один замкнений нівелірний хід.

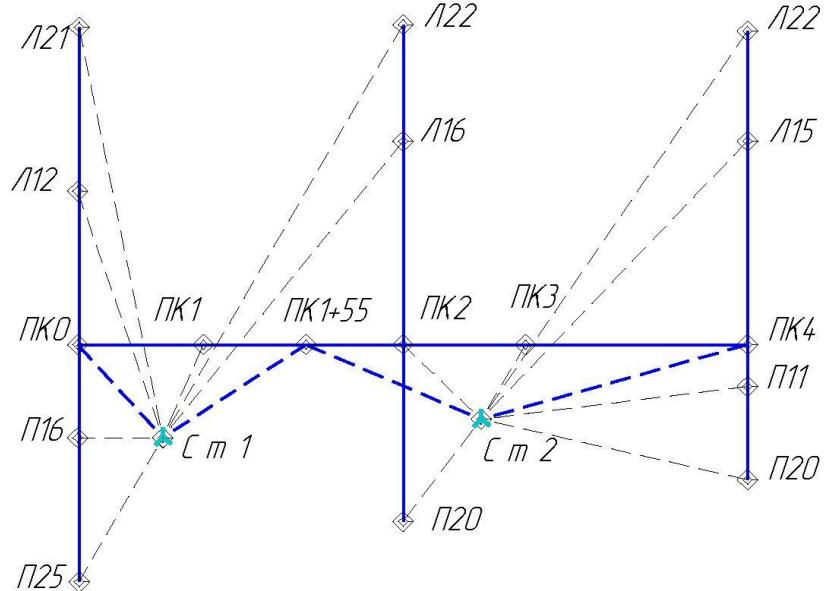


Рисунок 17. Схема нівелювання поперечного профілю

## РОЗДІЛ IV ГЕОДЕЗИЧНІ РОЗБИВОЧНІ РОБОТИ І ПРИКЛАДНІ ЗАДАЧІ

Розбивочними роботами називають геодезичні побудови, що мають на меті визначення на місцевості положення споруди в плані і по висоті відповідно до проекту.

### 17. Підготовка даних для перенесення об'єктів генплану на місцевість

Вихідними даними для підготовки є топографічний план, на якому керівником практики нанесений габарит будинку і відомість координат точок теодолітного ходу.

Підготовку починають з розрахунку координат точок перетинання основних осей.

Вибирають найбільшу сторону будинку, наприклад А8-А1, графічно визначають на топографічному плані координати точки А8 і дирекційний кут напрямку А8-А1. Для отримання необхідної точності координат визначають за допомогою вимірювача і металевої масштабної лінійки, а дирекційний кут - геодезичним транспортиром.

Координати точки А8 і дирекційний кут А8-А1 вписують у відомість обчислень проектних координат (таблиця 1). Довжини сторін і внутрішні кути завдання беруть із плану осей (рис. 18).

Обчислення проектних координат виконують як у теодолітному ході з тією лише особливістю, що в цьому випадку буде повна відповідність аналітичних параметрів їхнім проектним аналогам, тобто відсутні нев'язання кутів і збільшення координат.

Таблиця 1. Координати осей споруди і точок планового обґрунтування

Назва точки	Кут між осями будівлі, °	Дирекційний кут, °, '	Довжина сторони, м	Приріст, м		Координати, м	
				$\Delta X$	$\Delta Y$	X	Y
A8						327,50	493,00
		269° 30'	42,00	-0,37	-42,00		
A1	90					327,13	451,00
		359 30	15,00	+15,00	-0,13		
B1	90					342,13	450,87
		89 30	42,00	+0,37	+42,00		
B8	90					342,50	492,87
		179 30	15,00	-15,00	+0,13		
A8	90					327,50	493,00
		269 30					
A1							
45						318,40	502,10
		259° 45'	59,0				
46						307,90	444,04

Для зручності наступних обчислень у таблицю виписують з відомості обчислення координат теодолітного ходу, координати, дирекційні кути і довжини сторін планового обґрунтування.

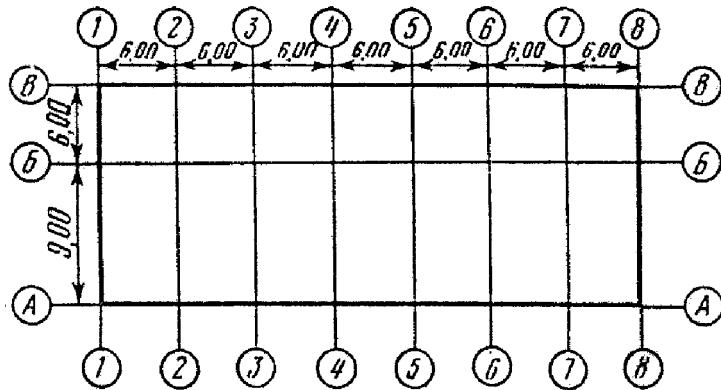


Рисунок 18. План осей споруди

Для визначення розбивочних даних (полярних кутів і відстаней) по обраних точках вирішують зворотні геодезичні задачі (таблиця 2) з заокругленням кутових величин до 0,5°, а лінійних - до 0,01 м

Таблиця 2. Розрахунок розбивочних елементів перенесення на місцевості осей споруди

<i>№ з/н</i>	<i>Формули і позначення</i>	<i>45-A8</i>	<i>45-B8</i>	<i>46-A1</i>	<i>46-B1</i>	<i>Примітка</i>
1	$Y_K$	493,00	492,87	451,00	450,87	
3	$Y_{\Pi}$	502,10	502,10	444,04	444,04	
5	$\Delta Y_{K-\Pi} = Y_K - Y_{\Pi}$	-9,10	-9,23	6,96	6,83	
9	$d_{\Pi-K} = \Delta Y_{\Pi-K} / \sin \alpha_{\Pi-K}$	12,87	25,81	20,45	34,91	
2	$X_K$	327,50	342,50	327,13	342,13	
4	$X_{\Pi}$	318,40	318,40	307,90	307,90	
6	$\Delta X_{K-\Pi} = X_K - X_{\Pi}$	9,10	24,10	19,23	34,23	
10	$d_{\Pi-K} = \Delta X_{\Pi-K} / \cos \alpha_{\Pi-K}$	12,87	25,81	20,45	34,90	
7	$\alpha_{\Pi-K} = \arctg(\Delta Y / \Delta X)$	315°00'	339°02,6'	19°53,8'	11°17,0'	
8	$d_{cp}$	12,87	25,81	20,45	34,90	
11	$\alpha_{45-46}$					259°45'
12	$\beta$	53°15'	79°17,6'	59°51,2'	68°28,0'	

Підготовку даних завершують складанням розбивочного креслення (рис. 19), яке складають у довільному масштабі так, щоб весь графічний і числовий матеріал читався без утруднень. На кресленні показують основні осі будинків, точки і сторони теодолітного ходу, розбивочні елементи і напрямок на північ для орієнтування креслення на місцевості. Крім того, на розбивочні креслення виписують значення дирекційних кутів і довжин сторін теодолітного ходу, значення полярних кутів і відстаней, назву осей і точок планового обґрунтування. Там, де необхідно, для зручності побудов виписують доповнення полярних кутів до 360°.

В окремих випадках для чіткішого показу числового матеріалу короткі сторони дозволяється на кресленні трохи збільшувати.

На розбивочному кресленні повинні бути підписи людей, що склали і перевірили креслення.

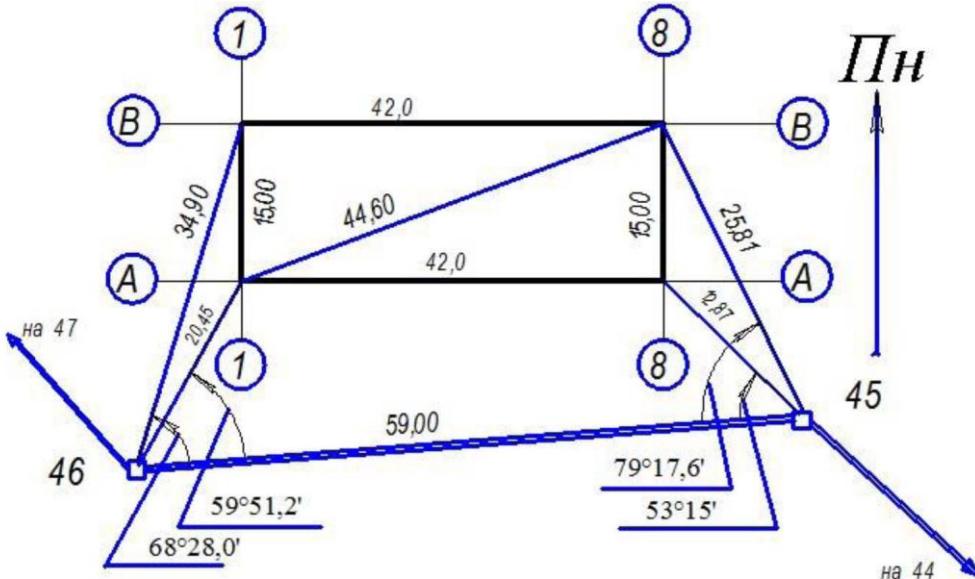


Рисунок 19. Розбивочне креслення

## 18. Елементи геодезичних побудов

Положення на місцевості точок проекту знаходять шляхом побудови фізичних величин – ліній, кутів, висот (відміток) заданої величини. Значення цих величин визначають при складанні проекту геодезичних розбивочных робіт.

Побудова фізичних величин виконується за загальною методикою. Спочатку в першому наближенні найпростішим шляхом відкладають і фіксують на місцевості фізичну величину з точністю, близькою до технічної. Потім із заданою точністю вимірюють побудовану в такий спосіб величину. Зіставляючи результат вимірювання з заданим значенням величини, визначають виправлення, на яке необхідно виправити перше наближення величини, значення якого потрібно перевірити новим вимірюванням.

Побудова на місцевості заданого горизонтального кута.

Теодоліт встановлюють у вершині кута. Нуль лімба й алідади сполучають гвинтами алідади, потім візуют гвинтами лімба на сусідню точку ходу А (на вихідний напрямок). Потім на лімбі алідади відкладають заданий кут. Отриманий напрямок фіксують на відстані  $d$  металевою шпилькою (віхою) у точці Р'.

Побудований у першому наближенні кут вимірюють із заданою точністю. При точності  $30''$  кут досить вимірити теодолітом Т-30 повним прийомом.

Результат вимірювання  $\beta^I$  використовують для обчислення кутового виправлення

$$\delta_\beta = \beta^I - \beta$$

і відповідної їй величини перпендикуляра

$$l = d \cdot \frac{\delta_\beta}{\rho} ,$$

де  $\rho'' = 206265''$ ,  $\rho' = 3437,8'$ .

Величину перпендикуляра відкладають вправо при позитивному знаку  $\delta_\beta$ , уліво – при негативному.

Побудова ліній заданої довжини.

Задана лінія задається горизонтальним прокладанням; у загальному випадку на місцевості потрібно відкласти відповідну похилу довжину.

У першому наближенні на похилій місцевості стрічкою відкладають горизонтальну довжину  $d$  і вперед – виправлення за нахил лінії

$$\Delta d_\nu = d(\sec \nu - 1) \approx d \cdot 2 \sin^2 \frac{\nu}{2} .$$

Отриману лінію вимірюють за методикою відповідної заданої точності побудови лінії. При необхідній точності побудови лінії 1:3000 – 1:5000 необхідно лінію виміряти двічі – у прямому і зворотному напрямках; лінія повинна бути попередньо очищена від заростей трави, чагарнику, невеликих горбків, каменів, на твердому ґрунті кінці стрічки фіксувати шпильками, що встремляються в ґрунт, на м'якому – шпильками, що встремляються в попередньо забиті дерев'яні кілки. У результат вимірювання похилої лінії уводять виправлення – за нахил лінії

$$\Delta D_\nu = D \cdot \sin^2 \frac{\nu}{2} ;$$

- за компарування

$$\Delta D_\kappa = D \cdot \frac{l_0 - l_\kappa}{l_0} ;$$

- за температуру  $t_{3M}$  під час вимірювання

$$\Delta D_t = D \cdot \varepsilon (t_\kappa - t_{3M}) .$$

Результат вимірювання першого наближення  $d^1$  зіставляють із заданим значенням лінії  $d$

$$\delta_d = d^1 - d .$$

Відрізок  $\delta_d$  відкладають від кінця лінії до відповідного знака виправлення напрямку (плюс – уперед, мінус – назад).

Побудова проектної оцінки ( $H_s^{np}$ ) точки В.

Для побудови між репером (чи точкою) з відомою оцінкою  $H_{R_p}$  і точкою В встановлюють нівелір (рис.20).

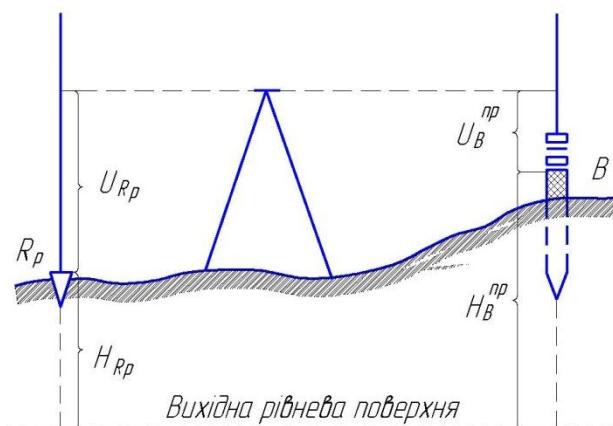


Рисунок 20. Схема побудови проектної оцінки

По рейці, установлений на репері, беруть відлік  $U_{R_p}$ . Потім обчислюють відлік  $U_e^{np}$ ,

$$U_e^{np} = H_{R_p} + U_{R_p} - H_e^{np},$$

що повинен бути на рейці в точці В, коли точка буде знаходитися на проектній оцінці. При фіксуванні положення точки дерев'яним кілком, останній забивають доти, поки відлік по рейці, установленій на кілок, буде дорівнювати  $U_{R_p}$ .

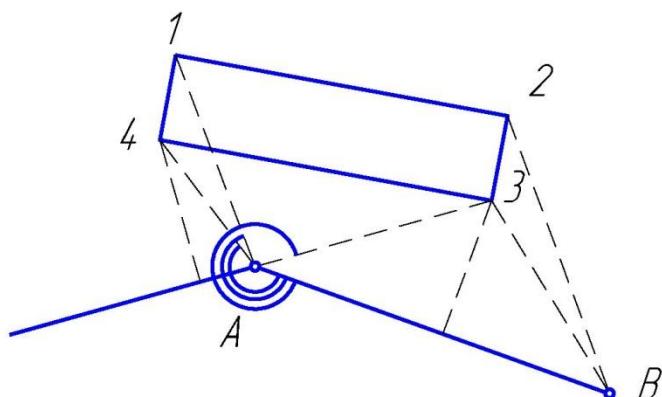
Отриману в першому наближенні оцінку нівелюють повним прийомом (по двох сторонах рейок чи при двох обріях). Результат виміру  $H_e^I$  зіставляють із проектним значенням  $H_e^{np}$  і одержують виправлення

$$\delta H = H_e^I - H_e^{np}.$$

Виправлення потрібно відкласти вниз при її негативному знаку, нагору – при позитивному.

## 19. Побудова на місцевості основних осей будинків

Положення осей будинку на місцевості визначається в проекті геодезичних розбивочних робіт комбінацією способів: прямокутних координат, полярного, лінійних і кутових зарубок. Задані проектом кути і лінії будують описаним вище способом. Точки 3, 4 перетинання осей виносяться з контролем, після чого їх розглядають як вихідні для вирівнювання точок 1, 2 будинку.



*Рисунок 21. Побудова на місцевості проектних осей*

Відстань між точками перетинання осей по периметру й діагоналях прямокутника перевіряються стрічкою, прямі кути трикутника – теодолітом.

Необхідна точність на навчальній практиці – положення точок 3, 4 стосовно точок А, В  $\pm 4\text{--}5 \text{ см}$ ;

- відстаней між осями будинку  $\pm \frac{1}{400}$ ;
- прямих кутів між осями  $\pm 30''$ .

## 20. Побудова на місцевості лінії з заданим ухилом

Ділянку проектної лінії траси, що підлягає розбивці на місцевості, визначає керівник практики. Для вирішення завдання використовується нівелір з рівнем.

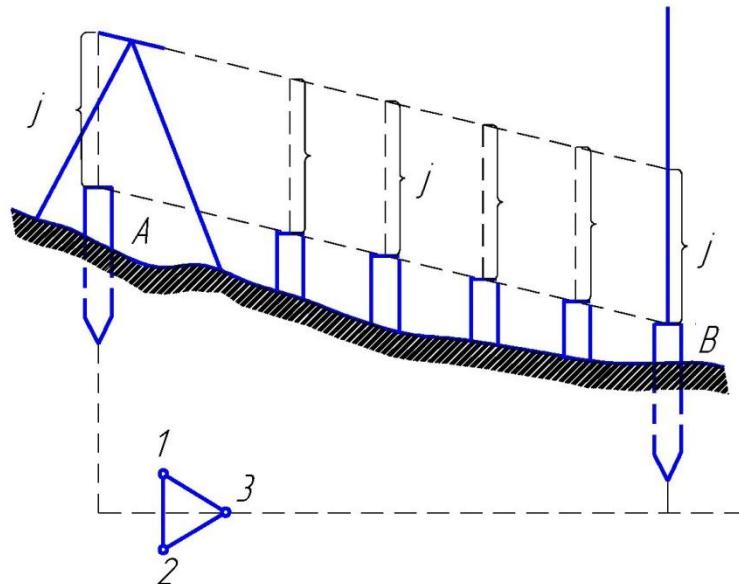
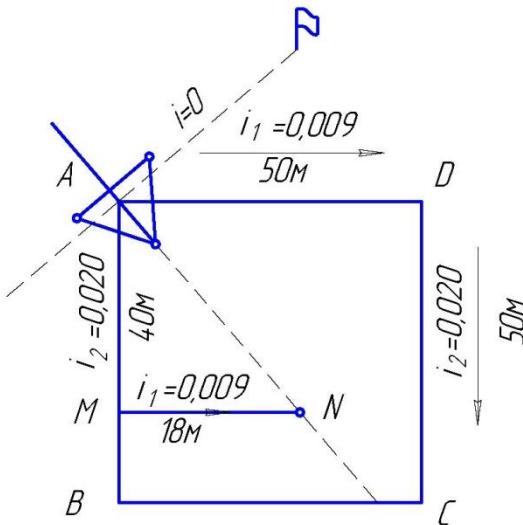


Рисунок 22. Побудова лінії з заданим ухилом

На місцевості будують відмітки на початку двох точок лінії (наприклад АВ). Потім нівелір установлюють на лінії АВ біля точки А так, щоб напрямок двох піднімальних гвинтів (наприклад, 1-2) був перпендикулярно лінії АВ (рис.22). Вимірюючи висоту  $j$  інструмента в точці А і обертанням третього піднімального гвинта нахиляють вісь візуування на відлік, що дорівнює  $j$ , по рейці, встановленій у точці В. Після цього через задані відрізки забивають кілки так, щоб відліки по рейці, встановленої на ці кілки, дорівнювали висоті інструмента.

## 21. Побудова на місцевості похилої площини

Планове положення площини, заданої ухилами, визначають теодолітом і стрічкою, фіксуючи точки А, В, С, Д. Планове положення точки Н, що знаходиться на напрямку максимального ухилу, отримують відкладанням відрізка  $d_{mN} = i_2 \cdot \kappa$  і перпендикуляра  $d_{MN} = i_1 \cdot \kappa$ , де ДО – довільне число (на рис. 23 ДО=2000).



*Рисунок 23. Побудова на похилій площині*

Потім будують оцінки  $H_A$ ,  $H_N = H_A + i_2 \cdot d_{AM} + i_1 \cdot d_{MN}$  і для контролю  $H_D = H_A + i_1 d_{AD}$ . Нівелір встановлюють у точці А так, щоб напрямок двох піднімальних гвинтів був перпендикулярно напрямку максимального ухилу, для чого використовують екер. Вісь циліндричного рівня нівеліра встановлюють перпендикулярно осі обертання приладу, використовуючи елеваційний гвинт подібно 1 перевірці теодоліта.

Вимірюють висоту інструмента в точці А, і обертанням третього піднімального гвинта нахиляють вісь візуування на відлік, що дорівнює висоті інструмента по рейці, встановленій у точці N. У результаті цих дій площа, утворена візорною віссю при її обертанні навколо осі інструмента, повинна бути рівнобіжна необхідній похилій площині. Контрольний відлік по рейці, встановленій у точці D, повинен дорівнювати висоті інструмента в точці А.

Після цього в обраних місцях площини забивають кілки так, щоб відліки по рейці, установлений на ці кілки, дорівнювали висоті інструмента.

## 22. Визначення відстані до недоступної точки

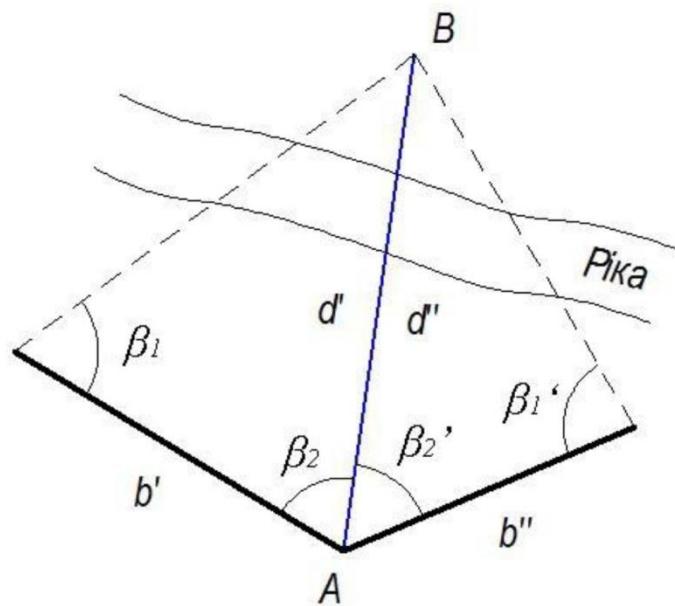
Відстань, недоступна для безпосереднього вимірювання стрічкою, визначається побудовою двох трикутників (рис. 24).

У кожному трикутнику теодолітом вимірюють два кути  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ , а сторону b – стрічкою. Довжину  $d_{AB}$  обчислюють за формулами

$$d' = \frac{\sin \beta'_1}{\sin(\beta'_1 + \beta'_2)} \cdot b';$$

$$d'' = \frac{\sin \beta''_1}{\sin(\beta''_1 + \beta''_2)} \cdot b'';$$

$$d_{AB} = \frac{d' + d''}{2}.$$



*Рисунок 24. Схема визначення недоступної відстані*

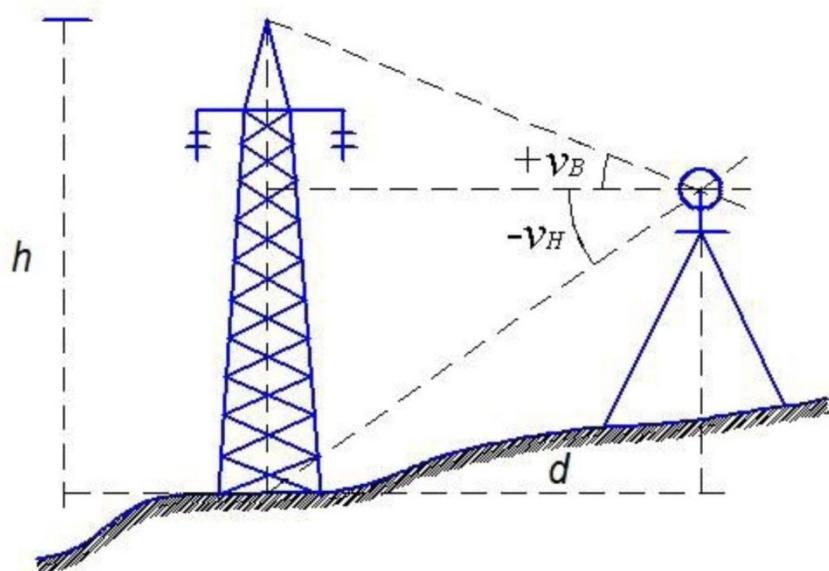
### 23. Визначення висоти споруди

Для визначення висоти споруди теодолітом вимірюють кут нахилу  $v_y$  візорного променя на верх споруди,  $v_h$  – на низ споруди (рис.25).

Знаючи горизонтальну відстань  $d$  від осі теодоліта до осі споруди, обчислюють висоту споруди  $h$

$$h = d(\operatorname{tg} v_B - \operatorname{tg} v_H)$$

Для контролю висоту споруди необхідно визначити з двох точок.



*Рисунок 25. Схема визначення висоти споруди*

## 11. Визначення нахилу споруди

На місцевості закріплюють приблизно прямокутний трикутник, у вершині прямого кута якого знаходиться споруда (рис. 26).

Нахил споруди  $q_1, q_2$  у даних напрямках можна визначити проектуванням теодолітом униз верхніх точок (при малій товщині спорудження) чи шляхом вимірювання горизонтальних кутів  $p^y$ , на верхню і  $p^H$  - на відповідну нижню точку й обчислювати за формулами

$$q_1 = d_1 \frac{\beta_1^e - \beta_1^u}{p} ; \quad q_2 = d_2 \frac{\beta_2^e - \beta_2^u}{p} .$$

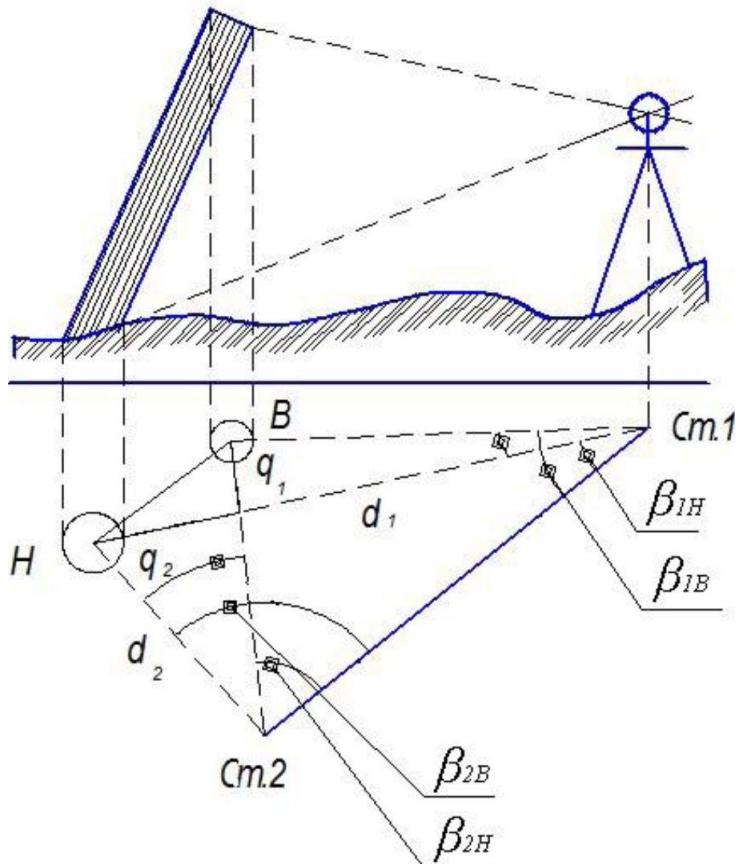


Рисунок 26. Схема визначення нахилу стовпа

Максимальний нахил і його напрямок знаходять за формулами

$$q_{\max} = \sqrt{q_1^2 + q_2^2} ;$$

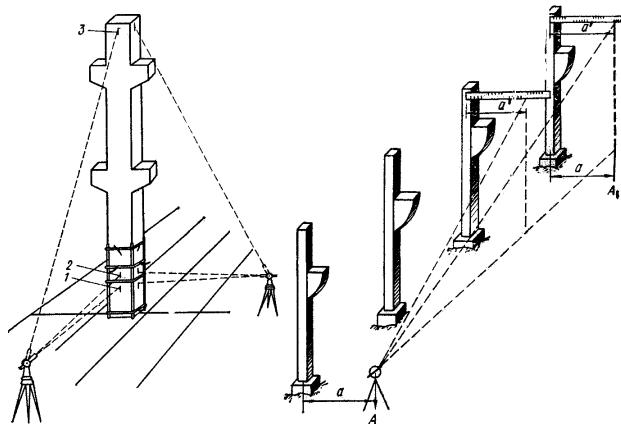
$$\alpha_{q_{\max}} = \alpha_{2H} - \left( 90^\circ + \operatorname{arctg} \frac{q_1}{q_2} \right) \pm 180^\circ .$$

Магнітний азимут  $a_{2H}$  напрямку Ст.2-т.Н отримують по бусолі теодоліта.

## 12. Перевірка створності архітектурно-будівельних конструкцій

Перевірка створності архітектурно-будівельних конструкцій виконується найчастіше методом бічного нівелювання з лініями, рівнобіжними їхнім осям. З цією метою перпендикулярно до осі колон відкладають рівні відрізки довжиною  $a$  й отримують паралель А-А<sub>1</sub> (рис.

27). В одній із точок паралелі, наприклад у точці А, установлюють теодоліт, приводять у робоче положення, візують на точку А<sub>1</sub> і закріплюють горизонтальне коло. Потім послідовно беруть відліки при двох положеннях вертикального кола по горизонтально розташованій рейці у верхньому і нижньому перетинах колони. Відліки роблять по вертикальній нитці сітки зорової труби по чорній або червоній сторонах рейки.



### 13. Перевірка вертикальності архітектурно-будівельних конструкцій

Перевірку вертикальності архітектурно-будівельних конструкцій (АБК) виконують:

- при монтажних роботах - установки їх у вертикальне положення;
- при експлуатації - визначення величини невертикальності (нахилу) їхніх конструктивних осей для ухвалення рішення про можливість їхнього подальшого використання.

В обох випадках перевірку вертикальності АБК виконують теодолітом, по черзі встановлюваним у створі їхньої поздовжньої і поперечної осей (рис. 27). При монтажі, наприклад колон, найчастіше використовують два теодоліти. Візирну вісь теодоліта, розташованого в створі поздовжньої осі, наводять на осьову мітку нижньої частини колони і піднімають об'єктив зорової труби до верхньої її частини. При розбіжності осьової риски верхньої частини колони з центром сітки зорової труби вирівнюють колону до їхнього сполучення. Аналогічні дії виконують другим теодолітом у напрямку поперечної осі колони.

Після установки колони у вертикальне положення перевіряють незмінність положення її нижньої осьової риски з напрямком осей будинку й за необхідності роблять виправлення. Після цього вивірку вертикальності колони повторюють.

## 27. Визначення планово-висотних координат недоступної точки

Планово-висотні координати недоступної точки С визначають із двох суміжних трикутників, загальна вершина і суміжна сторона яких повинні бути прив'язані до вихідної геодезичної мережі.

У кожному трикутнику теодоліта вимірюють два горизонтальних кути  $\beta'_1$ ,  $\beta'_2$ , два вертикальних кути  $v'_1$ ,  $v'_2$  і базисну сторону  $b$  – рулеткою або стрічкою.

Шукані координати визначають за такими формулами:

$$x_c = x_A + \frac{d' + d''}{2} \cos \alpha_{AC};$$
$$y_c = y_A + \frac{d' + d''}{2} \sin \alpha_{AC};$$
$$H_c = \frac{H_A + h_{AC} + H_B + h_{BC} + H_D + h_{DC}}{3};$$
$$d' = \frac{\sin \beta'_1}{\sin(\beta'_1 + \beta'_2)} \cdot b'; \quad d'' = \frac{\sin b''_1}{\sin(\beta'_1 + \beta''_2)},$$

де  $h_{AC}$ ,  $h_{BC}$ ,  $h_{DC}$  – перевищення між доступними і недоступними вершинами суміжних трикутників, зумовлені тригонометричним нівелюванням.

## 28. Проектування горизонтальної площаці

Вихідними матеріалами для складання проекту вертикального планування є результати нівелювання будівельного майданчика по квадратах.

Рельєф будівельного майданчика повинен бути спланований горизонтальною площацію під умовою нульового балансу. Проектна відмітка такої площації обчислена за формулою

$$H_{np} = (\Sigma H_1 + 2\Sigma H_2 + 3\Sigma H_3 + 4\Sigma H_4) : 4n,$$

де  $n$  – число квадратів,  $\Sigma H_1$  – сума відміток вершин, що входять в один квадрат;  $\Sigma H_2$ ,  $\Sigma H_3$ ,  $\Sigma H_4$  – відповідно суми відміток вершин, загальних для двох, трьох, чотирьох квадратів (рис. 28).

Обсяг земляних робіт обчислюється по робочих відмітках вершин кожного квадрата, що обчислюється за формулою

$$h_i = H_{np} - H_\phi,$$

де  $h_i$  – робоча відмітка  $i$ -ої вершини квадрата,  $H_\phi$ ,  $H_{np}$  – відповідно фактична і проектна відмітка  $i$ -ої вершини квадрата.

По сторонах квадрата, що має різні за знаком робочі оцінки, знаходять положення точки нульових робіт з формули

$$l_1 = a|h_1| / (|h_1| + |h_2|),$$
$$l_2 = a|h_2| / (|h_1| + |h_2|).$$

Контроль правильності обчислень  $l_1$ ,  $l_2$  здійснюють за формулою  $l_1 + l_2 = a$ . З'єднуючи точки нульових робіт, дивляться лінію нульових робіт.

Залежно від тесту лінії нульових робіт розрізняють різні типи квадратів:

однорідні, коли для всіх кутів квадратів знаки робочих відміток збігаються (точок нульових робіт на сторонах квадрата немає); а по всьому квадрату повинна бути виймка або насипка;

неоднорідні, коли знаки робочих відміток у різних вершинах не збігаються і квадрат поділяється лінією нульових робіт на ділянки виймки і насипу.

Для окремого однорідного квадрата обсяг земляних мас  $V_0$  можна визначити як об'єм призми, що має площину основи  $P$ , що дорівнює площі квадрата, і висоту, що дорівнює середньому арифметичному з робочих відміток  $h$  усіх чотирьох кутів

$$V_0 = P \frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4}{4} .$$

Обсяги земляних мас у неоднорідних квадратах визначають після поділу їх лінією нульових робіт і допоміжних ліній на окремі фігури – прямокутні трикутники, прямокутники, трапеції і т.п.

Обсяг робіт  $V_2$  в окремих фігурах обчислюють за формулою

$$V_2 = P_2 h_{cp} ,$$

де  $P_2$  – площа окремої фігури,  $h_{cp}$  – середня робоча відмітка цієї фігури.

Обчислені обсяги в метрах кубічних по кожному квадрату вписують з відповідним знаком у таблицю земляних мас. Сумарний обсяг підписують унизу креслення (рис. 28).

Різниця обсягів зон виймки і насипи повинна задовольняти умову

$$\frac{V_{\text{нас}} - V_{\text{вийм}}}{V_{\text{нас}} + V_{\text{вийм}}} \cdot 100\% \leq 10\% .$$

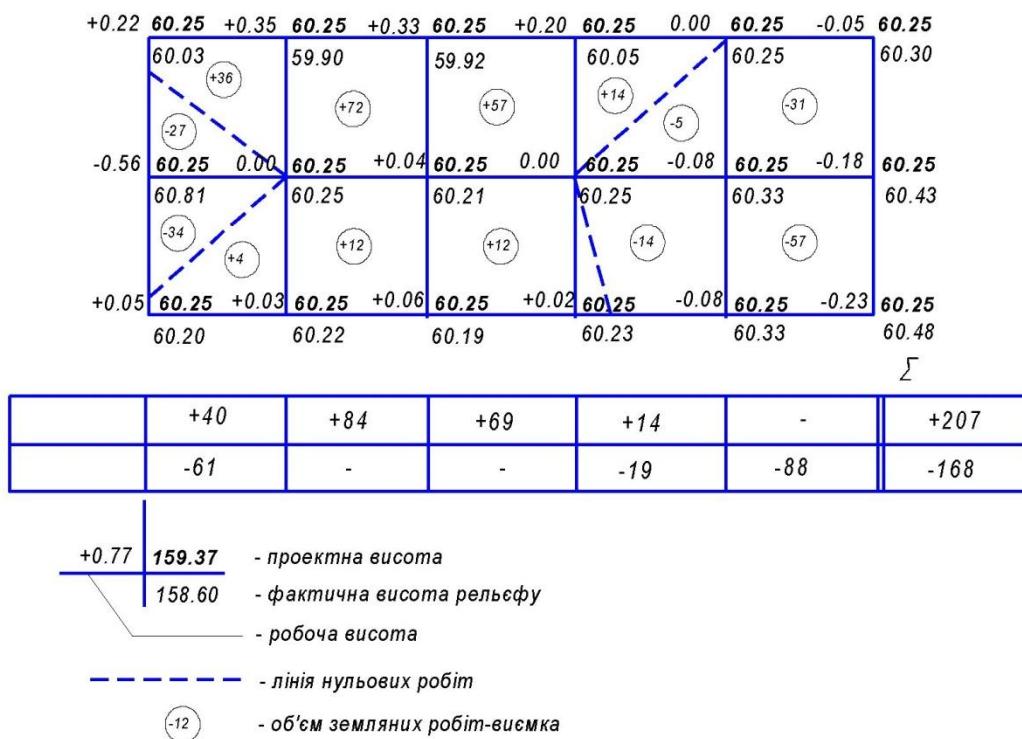


Рисунок 28. План земляних мас з таблицею балансу

## ОФОРМЛЕННЯ РОЗРАХУНКІВ:

### 1.1 Характеристика площацки

Тут необхідно у стислій формі описати завдання з планування площацки і нарисувати план площацки з горизонталями.

**У прикладі.** План площацки  $160 \times 120 м з горизонталями через 1 м, що надано у завданні, і приведена на рис. 1. Після планування площацка повинна$

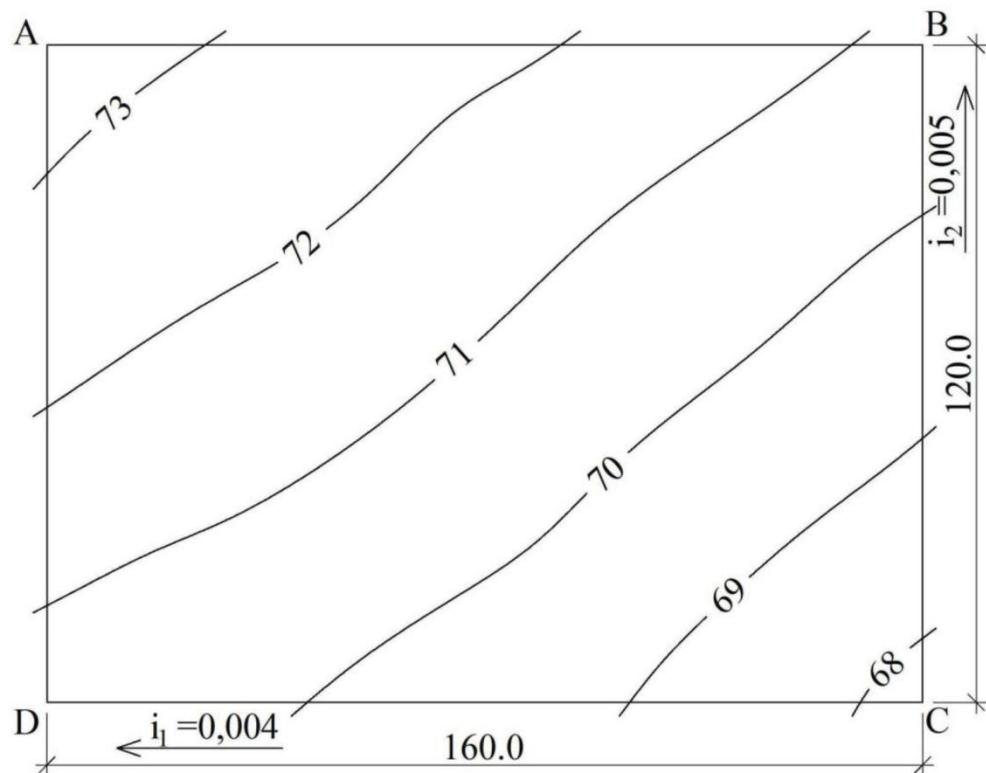


Рис. 1. Геодезичний план площацки

мати ухили  $i_1 = 0,004$  та  $i_2 = 0,005$ . Грунт – суглинок малої вологості. Площадку необхідно спланувати з мінімальним вивезенням чи завезенням ґрунту.

Відмітити, що у підготовчому періоді площадку очистили від рослинності і зняли на зберігання чорнозем. Надземні і підземні мережі на площадці відсутні. Будівельні земляні роботи передбачається виконати влітку за нормальних температурно-вологісних умовах

## 1.2 Структура комплексного процесу планування площадки

Комплексний механізований процес планування площадки, який охоплює провідний процес (різання і переміщення ґрунту) та ряд сумісних процесів має наступну структуру (перелік процесів у послідовності їх виконання):

1. Рихлення ґрунту (перед зрізанням);
2. Різання і переміщення ґрунту до місця його вкладання;
3. Розрівнювання ґрунту на місці вкладання;
4. Ущільнення ґрунту на місці вкладання;
5. Остаточне планування всієї площадки;

Для розроблення технологічної карти планування площадки необхідно підрахувати обсяги кожного процесу. У зв'язку з тим, що обсяги процесів 1, 3, 4 похідні від обсягу процесу 2, то варто в першу чергу вирахувати обсяг зрізання та насипання ґрунту і відстань його переміщення.

## 1.3 Обсяги зрізання та переміщення ґрунту

Для підрахунку обсягів необхідно викреслити на аркуші записи у довільному масштабі план площадки з горизонталями аналогічно з завданням і нанести на план сітку квадратів (рис. 2). Це необхідно для підрахування у проекті існуючих і проектних відміток місцевості у точках перетину ліній сітки, обсягу і відстані переміщення ґрунту, а також для виносу проектних

рішень в натуру. Сітку вибирають так, щоб квадрат пересікали не більше двох горизонталей. Кількість квадратів у навчальному проекті бажано приймати у межах 12 – 24 шт.

**У прикладі:** (рис. 2) площа́дка розбита на квадрати зі стороною  $a = 40\text{ м}$  з проставленими розмірами, стрілками проектних ухилів і їх значеннями та додатково проставленими горизонталями за межами площа́дки (нанесено пунктиром).

### 1.3.1 Визначення необхідних відміток площа́дки

#### Визначення існуючих відміток території

Існуючі (чорні) відмітки території слід визначити у кутах квадратів (тобто на перетині ліній сітки, яка ділить площа́дку на квадрати). Чорні відмітки ( $H_i$ ) заданої точки визначають інтерполяцією між двома

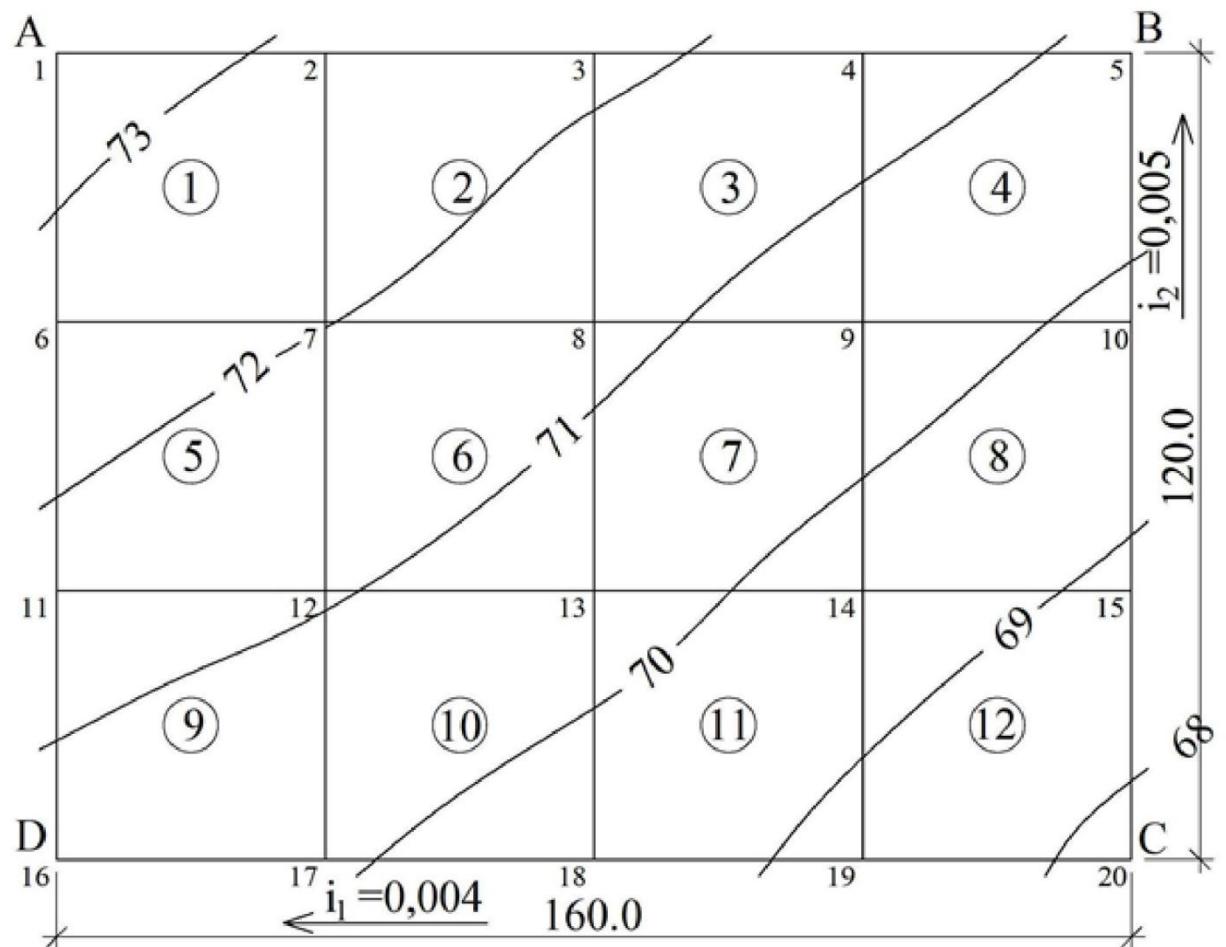
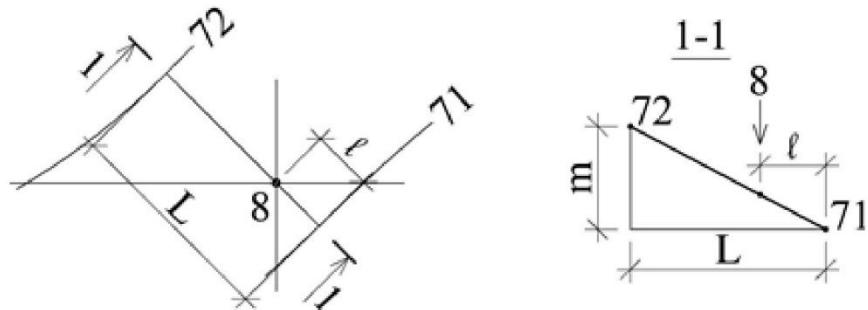


Рис. 2. Розби́вка площа́дки на квадрати

горизонталями, як це показано на рис. 3.



*Рис. 3. До визначення чорної відмітки площаці у точці 8 сітки квадратів*

Для цього через задану точку кутів квадратів проводять найкоротшу лінію між горизонталями і замірюють відстані  $l$  і  $L$ , а відмітку вираховують за формулою 1:

$$H_u = H_m + \frac{m \cdot l}{L} \quad (1)$$

де –  $H_u$  чорна відмітка заданої точки,  $H_m$  відмітка меншої за значенням горизонталі, м;  $m$  – крок горизонталей, м;  $l$  – відстань від меншої горизонталі до заданої точки (вершини квадрата), виражена в умовних одиницях, наприклад в міліметрах;  $L$  – найкоротша відстань через задану точку між двома горизонталями в плані у таких самих умовних одиницях.

*У прикладі, відмітка точки 8 (рис. 3) вирахувана наступним чином:*

$$H_u^8 = 71 + \frac{1 \cdot 9,4}{33,4} = 71,28 \text{ м}$$

Чорні відмітки на плані площаці наносять на перетині сітки квадратів справа внизу, а номер самої точки – внизу зліва.

*У прикладі, вирахувані значення чорних відміток приведені на рис. 4.*

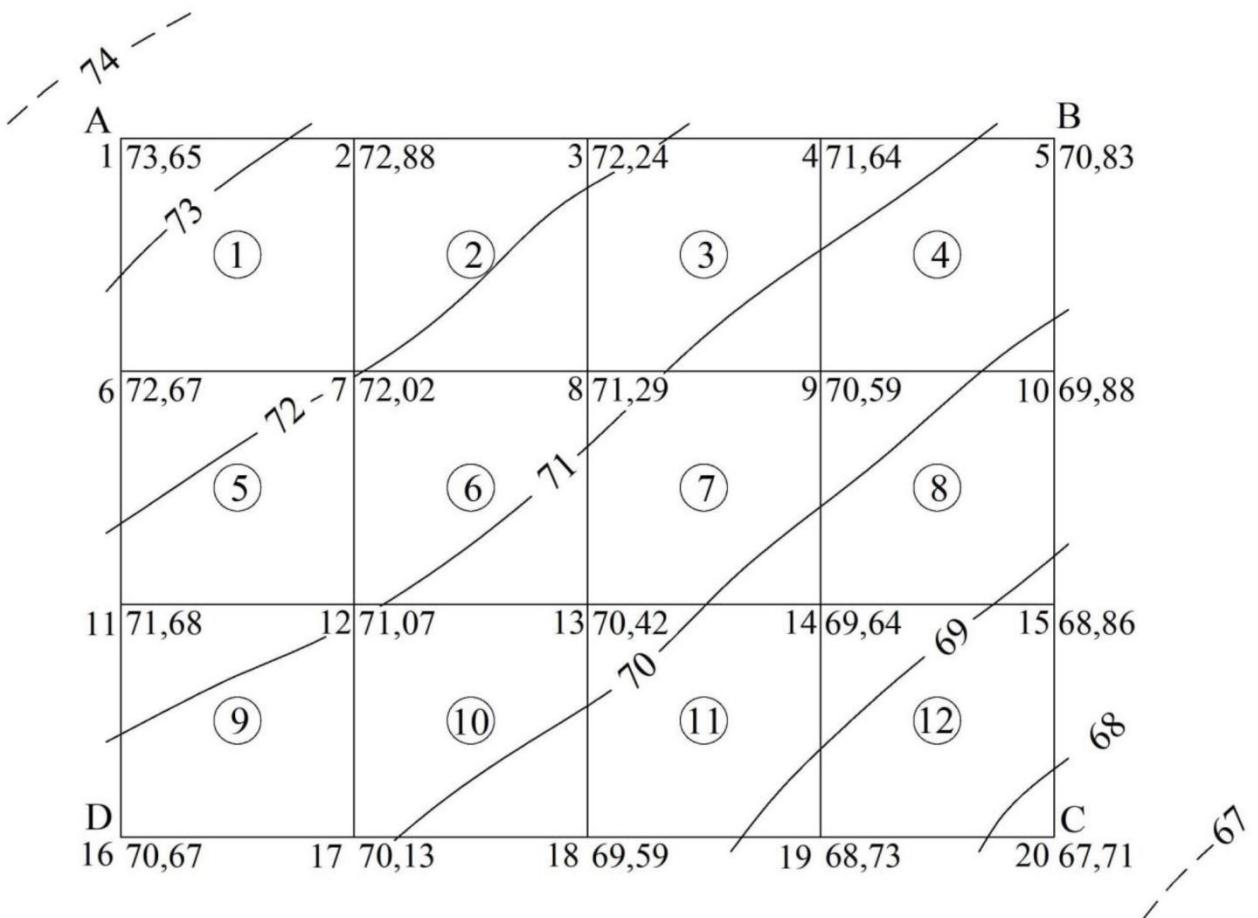


Рис. 4. Чорні відмітки площинки

#### **Визначення середньої відмітки поверхні площинки**

Для досягнення балансу земляних обсягів, які зрізають та вкладають необхідно визначити середню відмітку поверхні ( $H_{cp}$ ) природного рельєфу за формулою 2. Цю відмітку можна назвати також нульовою, так як вона знаходиться між виїмкою та насипом ґрунту – тут виконують нуль робіт, якщо рельєф без різких підвищень або знижень.

$$H_{cp} = \frac{4\sum H_4 + 2\sum H_2 + \sum H_1}{4n}, \quad (2)$$

де  $\sum H_4$ ,  $\sum H_2$ ,  $\sum H_1$  – сума чорних відміток перетину ліній сітки квадратів:  $H_4$  – внутрішніх,  $H_2$  – бокових,  $H_1$  – кутових,  $n$  – кількість квадратів (рис. 5).

Для зменшення обсягів обчислень середню відмітку поверхні природного рельєфу можна обчислити від умовного горизонту зменшивши всі відмітки на зручне умовне число метрів.

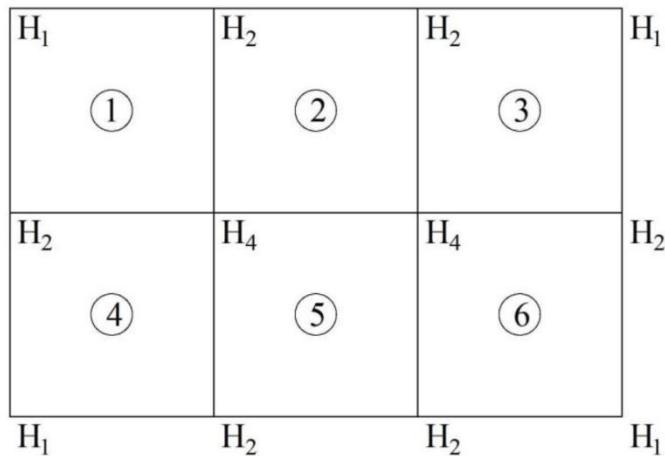


Рис 5. До підрахунку середньої відмітки площацки

*У прикладі, всі чорні відмітки кутів квадратів від умовного горизонту будуть зменшені на 60 м, а тому підрахунок  $H_{cp}$  матиме вигляд:*

$$\begin{aligned}
 H_{cp} = & 60 + \frac{4 \cdot (12,02 + 11,29 + 10,59 + 11,07 + 10,42 + 9,64) +}{4 \cdot 12} \\
 & + 2 \cdot (12,88 + 12,24 + 11,64 + 12,67 + 9,88 + 11,68 + 8,86 + 10,13 + 9,59 + 8,73) + \\
 & + \frac{13,65 + 10,83 + 10,67 + 7,71}{48} = 60 + \frac{42,86 + 216,6 + 260,12}{48} = 60 + 10,82 = 70,82 \text{ м}
 \end{aligned}$$

### *Визначення проектних відміток площацки*

Розпочати слід з визначення проектних (червоних) відміток кутів ( $H_{kut}$ ) площацки. Їх вираховують за формулою (3), знаки плюс або мінус у якій міняється у залежності від розташування кутів по відношенню до середини площацки і напрямку ухилу.

$$H_{kym} = H_{cp} \pm \frac{L_1 i_1}{2} \pm \frac{L_2 i_2}{2}; \quad (3)$$

де  $L_1, L_2$  – розміри площацки (за завданням);  $i_1, i_2$  – задані ухили.

Для визначення знаків у формулі, в разі визначення відміток крайніх точок площацки A, B, C, D, (рис. 6), зниження або підйом сторін, візуально повертають горизонтальну площину проведену через середню відмітку площацки навколо осі I-I, а потім навколо осі II-II.

А можна знаки у формулі визначати за правилом - якщо стрілочка ухилу, направлений від точки, то ставимо знак „+”, а якщо стрілочка ухилу направлена на точку – знак „-”.

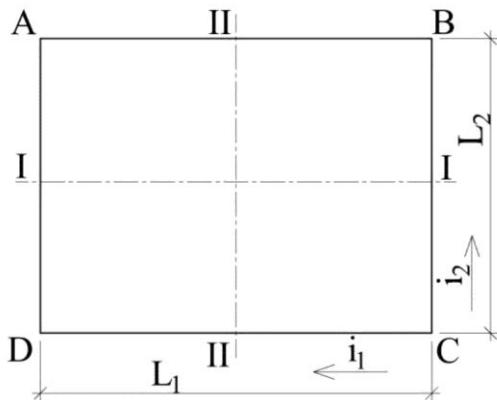


Рис.6 Схема площасти для визначення проектних (червоних) кутових відміток

**У прикладі, розрахунок крайніх точок площасти має наступний вид:**

$$H_A = 70,82 - 80 \cdot 0,004 - 60 \cdot 0,005 = 70,82 - 0,32 - 0,30 = 70,20\text{м}$$

$$H_C = 70,82 + 80 \cdot 0,004 + 60 \cdot 0,005 = 70,82 + 0,32 + 0,30 = 71,44\text{м}$$

$$H_D = 70,82 - 80 \cdot 0,004 + 60 \cdot 0,005 = 70,82 - 0,32 + 0,30 = 70,80\text{м}$$

$$H_B = 70,82 + 80 \cdot 0,004 - 60 \cdot 0,005 = 70,82 + 0,32 - 0,30 = 70,84\text{м}$$

За кутовими відмітками методом інтерполяції визначають проектні відмітки крайніх точок, а потім і внутрішніх точок сітки квадратів. Вирахувані проектні (червоні) відмітки проставляють з права, зверху відносно точки перетину сітки квадратів (рис. 7).

### **Визначення робочих відміток площасти**

Робочі відмітки  $h_p$  обчислюють як різницю між проектними (червоними) відмітками  $H_{np}$  і існуючими (чорними)  $H_u$  відмітками в метрах за формулою:

$$h_p = H_{np} - H_u \quad (4)$$

Значення робочих відміток ( $h_p$ ) зі знаком „-“ показує на необхідність у виїмці ґрунту, а зі знаком „+“ – у насипанні. Робочі відмітки наносять у вершинах квадрата зліва зверху (рис. 7).

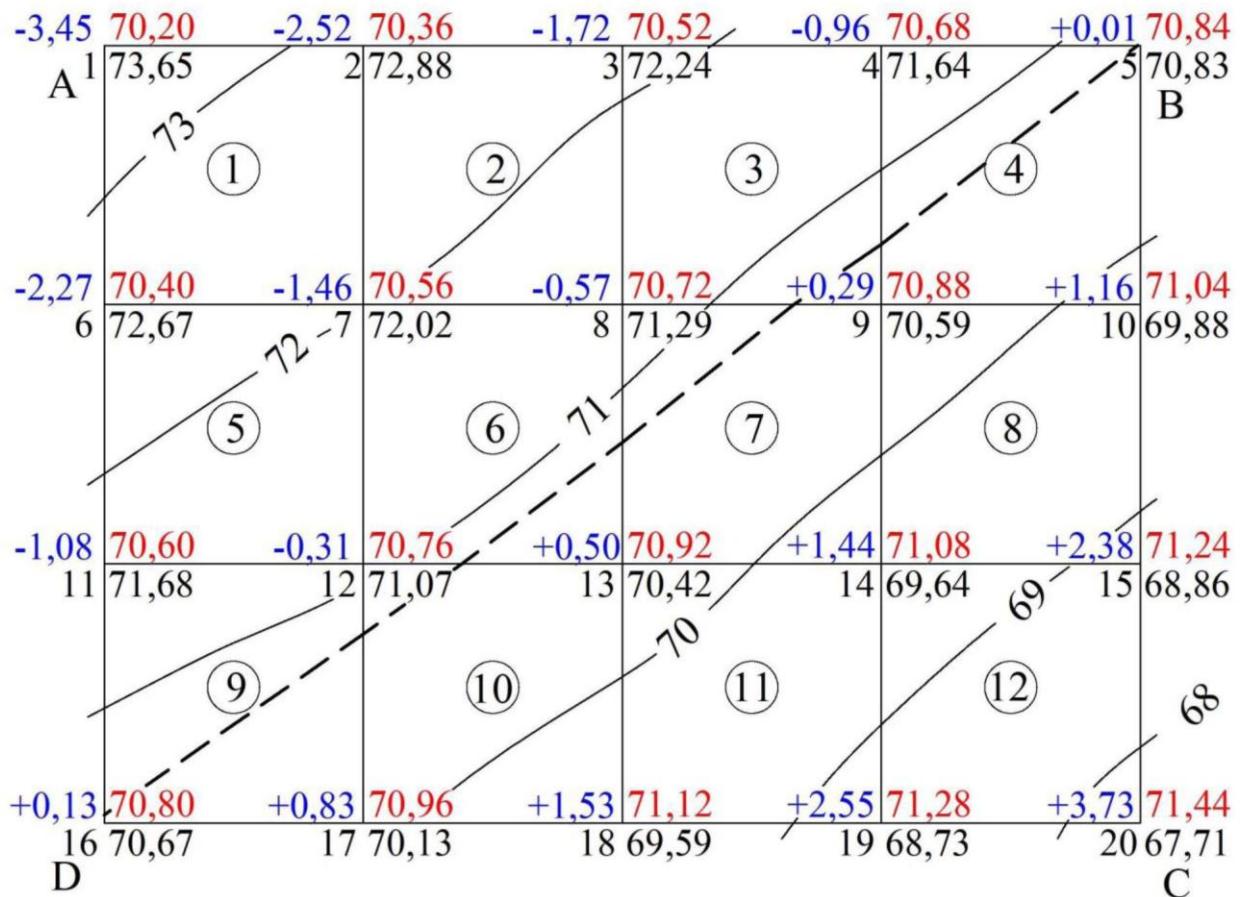


Рис. 7. План площасти з проектними та робочими відмітками

### 1.3.2 Побудова нульової лінії

На сторонах квадратів де одне із значень робочої відмітки зі знаком плюс, а інше зі знаком мінус (цию сторону квадрата називають переходною) слід графічно визначити положення точок де робоча відмітка має нульове значення. Це значить що тут ґрунт не зрізають і не насипають. Ці точки називають нульовими. Для знаходження нульових точок у довільному масштабі на переходній стороні квадрата відкладають у вузлах перпендикулярно до сторони квадрата робочі відмітки за знаком „+“ в один бік, а зі знаком „-“ – в інший. Поєднавши вершини відкладених робочих

відміток прямою лінією, отримаємо на перетині її зі стороною квадрата нульову точку. Поєднанням лініями сусідніх нульових точок отримують лінію нульових робіт в межах площинки, яку слід спланувати з заданим ухилом.

*У прикладі, прийнято відкладення робочих відміток зі знаком „-“ вліво, а робочу відмітку зі знаком „+“ вправо для знаходження нульових*

*точок та нульової лінії (рис. 8)*



*Рис. 8. Графічне знаходження нульових точок на сітці квадратів для побудови нульової лінії*

### 1.3.3 Визначення об'ємів ґрунтових мас

#### *Визначення об'єму ґрунту у квадратах*

Об'єм ґрунту виїмки і насипу визначають як суму об'ємів у повних та переходних квадратах та об'ємів в укосах.

Об'єм ґрунту у  $\text{м}^3$  в межах квадратів, що мають робочі відмітки одного знаку, визначають за формулою:

$$Q = \frac{a^2}{4} (h_1 + h_2 + h_3 + h_4) \quad (5)$$

де  $a$  – сторона квадрата, м;  $h_1, h_2, h_3, h_4$  – робочі відмітки, м.

Об'єм ґрунту насипу –  $Q_n$ , або виїмки  $Q_e$  в  $\text{м}^3$  в межах переходних квадратів визначають за формулою:

$$Q_{h(e)} = \frac{a^2 \left[ \sum h_{h(e)} \right]^2}{4 \sum |h|}, \quad (6)$$

де  $\sum h_{h(v)}$  – сума робочих відміток відповідно насипу (при визначенні об'єму насипу) або відміток виїмки (при розрахунках об'єму виїмки);  $\sum |h|$  – сума абсолютнох значень усіх робочих відміток перехідного квадрату у метрах.

Таблиця 1

Підрахунок об'ємів насипу і виїмки в межах квадратів

№ кв.	Робочі відмітки, м				$\sum h$	$\frac{\alpha^2}{h}$	$\frac{(\sum h_n)^2}{\sum h}$	$\frac{(\sum h_e)^2}{\sum h}$	Об'єм у м <sup>3</sup> :	
	$h_1$	$h_2$	$h_3$	$h_4$					насип	виїмки
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	-3,45	-2,52	-1,46	-2,27	9,70	400	0,00	9,70	0,00	-3880,00
2	-2,52	-1,72	-0,57	-1,46	6,27	400	0,00	6,27	0,00	-2508,00
3	-1,72	-0,96	0,29	-0,57	3,54	400	0,02	2,98	9,50	-1193,50
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
10	-0,31	0,50	1,53	0,83	3,17	400	2,58	0,03	1032,13	-12,13
11	0,50	1,44	2,55	1,53	6,02	400	6,02	0,00	2408,00	0,00
12	1,44	2,38	3,73	2,55	10,10	400	10,10	0,00	4040,00	0,00
Разом								10852,00	-10940,00	

**Визначення об'ємів ґрунтових укосів**

Сплановані площинки належать до постійних земляних споруд, тому за технічними умовами коефіцієнти укосів ( $m$ ) слід прийняти:

- для виїмки –  $m_1 = 1,25$ ; - для насипу –  $m_2 = 1,5$ .

Об'єми укосів (див. рис. 8) визначають за формулами (7 – 10):

- об'єм кутового укосу у вигляді чотиригранної піраміди визначають множенням площи основи на  $1/3$  висоти:

$$Q_1 = \frac{m^2 \cdot h_1^3}{3}, \text{ м}^3 \quad (7)$$

- об'єм бокового укосу у вигляді тригранного призматоїда вираховують множенням середньої площини поперечного перерізу (прямокутного трикутника) на його довжину рівну стороні квадрата:

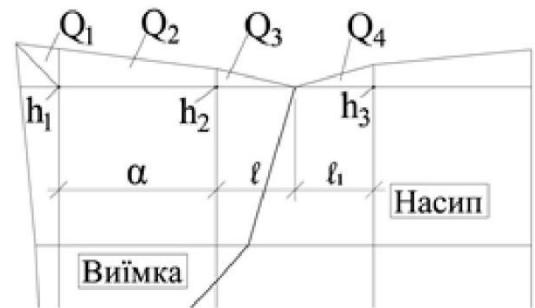


Рис. 9 До розрахунку б'ємів укосів

.

$$Q_2 = \frac{\alpha \cdot m}{4} (h_1^2 + h_2^2), \text{ м}^3 \quad (8)$$

- об'єм бокового укосу у вигляді тригранної піраміди визначають множенням площини основи на 1/3 висоти:

$$Q_3 = \frac{m \cdot h_2^2}{6} l, \text{ м}^3 \quad (9)$$

$$Q_4 = \frac{m \cdot h_3^2}{6} l_1, \text{ м}^3 \quad (10)$$

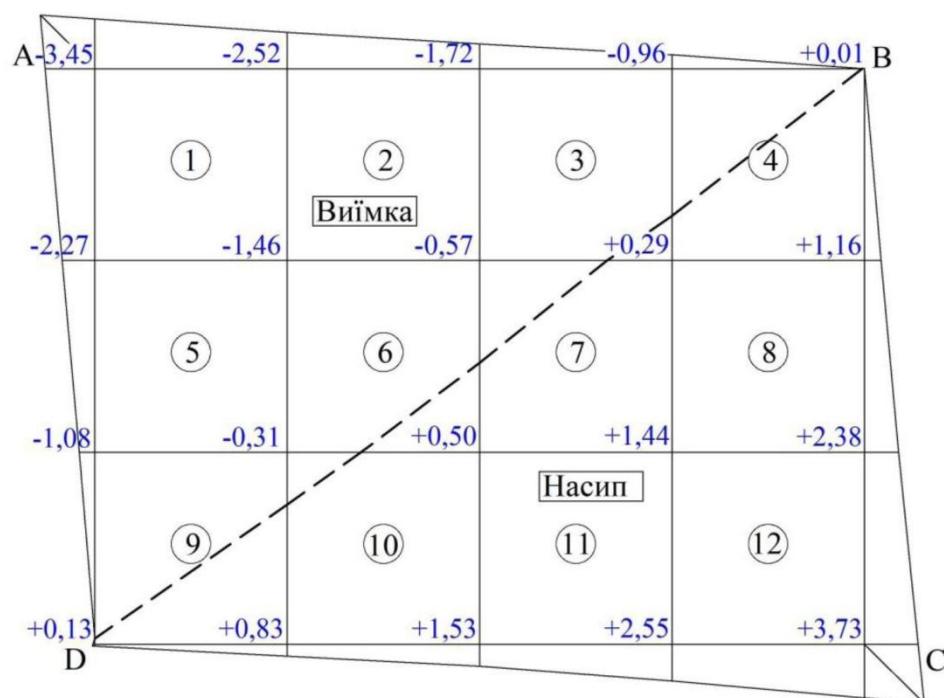


Рис. 10. План відкосів площасти

Результати підрахунку об'ємів ґрунту в укосах записують в таблицю 2.

Таблиця 2

Об'єми ґрунту в укосах

№ ква- дра- та	Робочі відмітки кутових квадратів, прилеглих до укосів		Об'єм укосів, м <sup>3</sup>			
			між перерізами (формули 8; 9: 10)		кутові піраміди (формула 7)	
			насип	виїмка	насип	виїмка
1	2	3	4	5	6	7
1	-2,27	-3,45		-213,19		
	-3,45					-21,38
	-3,45	-2,52		-228,16		
2	-2,52	-1,72		-116,36		
3	-1,72	-0,96		-48,50		
4	-0,96	0,01	0,00	-7,59		
	0,01				0,00	
	0,01	1,16	20,18	0,00		
...	...	...	...	...	...	...
12	2,55	3,73	306,23			
	3,73				38,92	
	3,73	2,38	293,65			
Разом			913,91	-702,21	38,92	-21,38

Усього об'єм укосів складає: насипу – 952,83 м<sup>3</sup>, виїмки – 723,60 м<sup>3</sup>.

**Загальні об'єми земляних мас планування площасти**

Після закінчення всіх обчислень об'ємів земляних робіт складають загальну відомість об'ємів земляних мас планування площасти (табл. 3).

Таблиця 3

Відомість загальних об'ємів земляних мас планування площацки

Найменування об'ємів	об'єми ґрунту м <sup>3</sup>		Додатковий об'єм м <sup>3</sup> ґрунту від залишкового розпущення, на 6 %
	насипу	виїмки	
Планування в межах квадратів	10852,0	-10940,0	$\frac{11664,1 \times 6}{100} = -699,84$
Укоси площацки	952,83	-723,60	
Разом	11804,83	-11663,6	-699,84

Таким чином, об'єм надлишкового ґрунту складає:  $11804,83 - 11663,6 - 699,84 = -558,61$  м<sup>3</sup>, який відвозять в резерв (або нехватку ґрунту в обсязі підвозять із резерву).

В реальному проектуванні, якщо дозволено проектом, можна скоригувати середню відмітку до повного балансу земляних мас.

#### 1.3.4 Визначення середньої відстані переміщення ґрунту

Напрямки і відстані переміщення земляних мас можна розв'язати аналітично, графо-аналітично та із застосуванням лінійного програмування.

У курсовому проекті рекомендовано застосувати графо-аналітичний спосіб. Розв'язування задачі розподілу земляних мас цей метод не дає детальних напрямків переміщення ґрунту по квадратах, але для загальних розрахунків можна застосовувати.

Для цього у прийнятому масштабі викреслюють контур площацки з нанесеною сіткою квадратів та нульової лінії. У квадратах та переходів квадратах записують об'єми виїмки та насипу.

За сумарними значеннями вертикальних колонок квадратів, окремо для насипу і виїмки, будують графіки наростання об'ємів ( $W_1$  – насипу і  $W_2$  - виїмки). Такі ж графіки будують за сумарними значеннями об'ємів насипу і виїмки горизонтальних стрічок квадратів. Точки перетину кривих об'ємів

фіксують рівність об'ємів виїмки з насипом і визначають положення прямих на плані, що розділяють площину на дільниці.

*У прикладі на рис. 11 показані графіки зростання значень об'ємів насипу і виїмки у вертикальних колонках і горизонтальних стрічках сітки квадратів.*

Площі  $W_1$  і  $W_2$  між графіками зростання об'ємів виїмки і насипу представляють собою добуток об'єму ґрунту  $Q$  і проекції середньої відстані переміщення  $L_1$  та  $L_2$ :

$$W_1 = Q \cdot L_1 \quad (11)$$

$$W_2 = Q \cdot L_2 \quad (12)$$

$$\text{Звідки} \quad L_1 = \frac{W_1}{Q} \quad (13)$$

$$L_2 = \frac{W_2}{Q} \quad (14)$$

Середня відстань переміщення дорівнює довжині гіпотенузи прямокутного трикутника, який має катети  $L_1$  та  $L_2$ .

*У прикладі середню відстань переміщення визначено для іншої площини за даними побудови на рис. 11. Площу  $W_1$  підраховано як суму та різницю площ трикутників і трапеції. Так  $60*1630/2$  – це площа трикутника  $(1630+2818)/2$  – це середня лінія трапеції, а якщо її помножити на висоту трапеції 60, то буде площа трапеції, а мінус  $140*20/2$  – це площа трикутника з висотою  $140 \text{ м}^3$  і основою 20 м які визначені візуально, як  $1/3$  від 60 м і так даліше.*

$$W_1 = \frac{60 \cdot 1630}{2} + \frac{1630 + 2818}{2} \cdot 60 - \frac{140 \cdot 20}{2} + \frac{2818 - 140 + 2946 - 1391}{2} \cdot 60 + \\ + \frac{2904 - 1391}{2} \cdot 60 = 48900 + 133440 - 1400 + 126990 = 307330 \text{ м}^4$$

$$\begin{aligned}
W_2 &= \frac{761 \cdot 60 - 553 \cdot 60}{2} + \frac{(761 + 1849) \cdot 60}{2} - \frac{(553 + 1576) \cdot 60}{2} + \\
&+ \frac{(1849 + 3015) \cdot 60}{2} - \frac{(1576 + 2904) \cdot 60}{2} - \frac{111 \cdot 6}{2} = \\
&= 6240 + 78300 - 63870 + 145520 - 134400 - 333 = 31857 \text{ м}^4
\end{aligned}$$

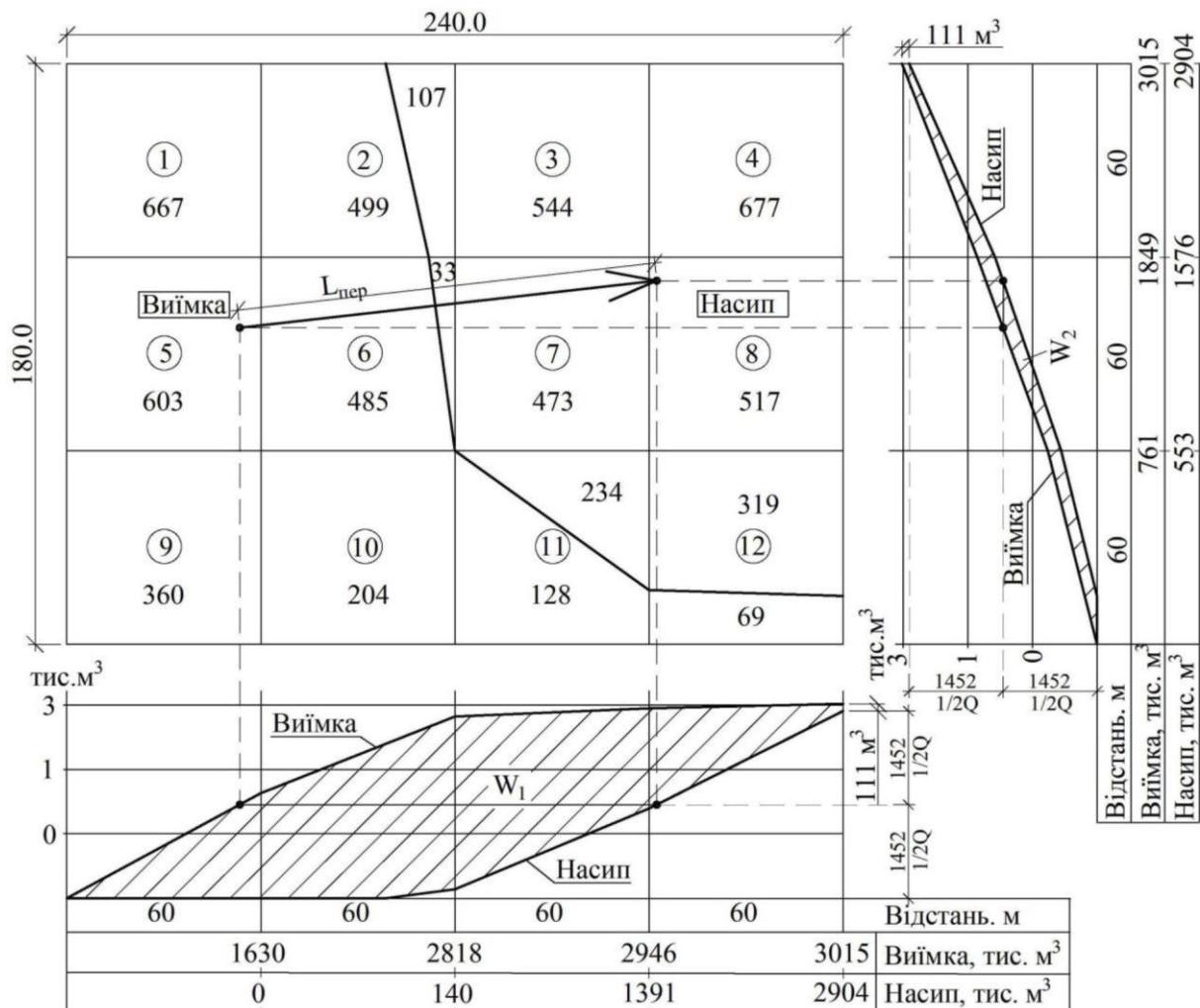


Рис. 11. До розрахунку напрямку і відстані переміщення ґрунту

Звідки:

$$L_1 = \frac{W_1}{Q} = \frac{307330}{2904} = 105,83 \text{ м}$$

$$L_2 = \frac{W_2}{Q} = \frac{31857}{2904} = 10,97 \text{ м}$$

$$\text{Тоді: } L_{nen} = \sqrt{L_1^2 + L_2^2} = \sqrt{105,83^2 + 10,97^2} = 105,3 \text{ м.}$$

## Календарний графік проходження практики

ВЗІРЕЦЬ ОФОРМЛЕННЯ ТИТУЛЬНОЇ СТОРІНКИ ЗВІТИ

ВИКОНАВЧИЙ ОРГАН КИЇВСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ  
(КИЇВСЬКОЇ МІСЬКОЇ ДЕРЖАВНОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ)  
ДЕПАРТАМЕНТ ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

КИЇВСЬКЕ ВИЩЕ ПРОФЕСІЙНЕ УЧИЛИЩЕ  
БУДІВНИЦТВА І ДИЗАЙНУ

ЗВІТ  
з геодезичної практики

Виконав: учень  
Групи Б-1

---

Перевірила: викладач  
Малець Н.О.

Київ-2020

## ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Романчик, С.В. Геодезія: навч. посібник [Текст] / С.В. Романчук, В.П. Кирилюк, М.В. Шемякін. - К.: Центральна навчально-літератури, 2008. - 296 с.
2. Инженерная геодезия: учебник для вузов [Текст] / Г.В. Багратуни, В.Н. Ганьшин, Б.Б. Данилевич и др. - М.: Недра, 1984. - 344с.
3. Ратушняк, Г.С. Практикум по инженерной геодезии в строительстве: учеб. пособие [Текст] / Г.С. Ратушняк. - К.: УМК ВО, 1989. - 208с.
4. Полищук, Ю.В. Высотные разбивочные работы в строительстве [Текст] / Ю.В. Полищук. - К.: Будівельник, 1980. - 104 с.
5. Руководство по расчету точности геодезических работ в промышленном строительстве [Текст] / ГУГК. - М.: Недра, 1979. - 55 с.
6. Справочник по инженерной геодезии [Текст]; под ред. Н.Г. Видуева. - К.: Вища школа, 1978 - 376с.
7. Справочник по геодезическим разбивочным работам [Текст]; под ред. Г.В. Багратуни. - М.: Недра, 1982. - 128 с.
8. Инженерная геодезия [Текст] / Г.В. Багратуни, В.Н. Ганьшин, Б.Б. Данилевич и др. - М.: Недра, 1984. - 344 с.
9. Войтенко, С.П. Геодезичні роботи в будівництві [Текст] / С.П. Войтенко. - К.: ІСДО, 1993. - 144 с.
10. Шипулін, В.Д. Методичні вказівки до проведення навчальної геодезичної практики (польові роботи для студентів 1 курсу спеціальностей: 7.092101; 7.092101.03; 7.092108 і 7.120102) [Текст] / В.Д. Шипулін, М.С. Шевчун. - Харків: ХДАМГ, 2003. - 92 с.