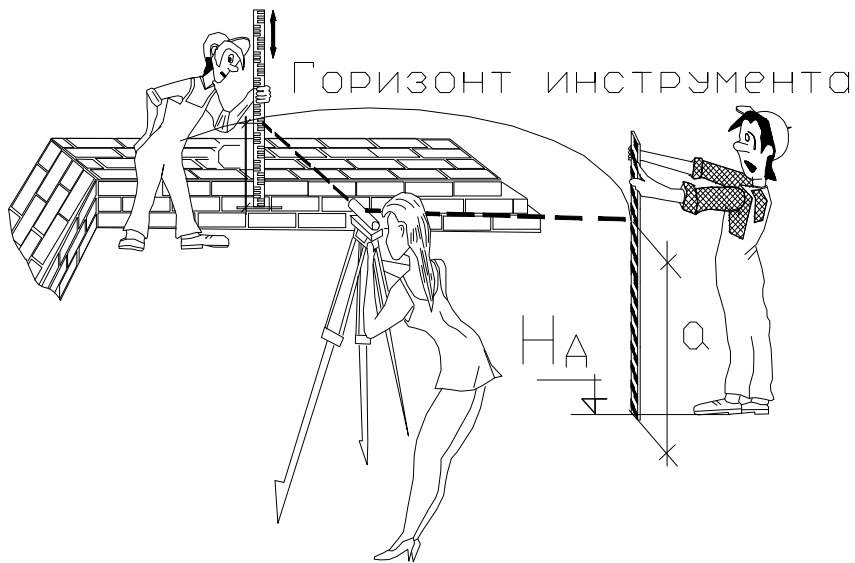




Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет будівництва  
та архітектури  
Кафедра інженерної геодезії  
*Комп'ютерний учбово-методичний комплекс по  
інженерній геодезії  
Серія «Геодезія в архітектурі»*

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ДО ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНИХ І ПРАКТИЧНИХ  
РОБІТ**  
по дисципліні «ГЕОДЕЗІЯ»  
для студентів спеціальності «Архітектура й  
містобудування»



Харків 2017



Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет будівництва та архітектури  
Кафедра інженерної геодезії  
*Комп'ютерний навчально-методичний комплекс по геодезії*  
*Серія «Інженерна геодезія»*

В. Криворучко

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**  
**ДО ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНИХ І ПРАКТИЧНИХ**  
**РОБІТ**  
по дисципліні «ГЕОДЕЗІЯ»  
для студентів спеціальності «Архітектура й  
містобудування»

Харків 2017

УДК 528.2

***В. Т. Криворучко***

Комп'ютерний учбово-методичний комплекс по інженерній геодезії. Серія «Геодезія в архітектурі». Методичні вказівки до проведення лабораторних і практичних робіт з дисципліни «ГЕОДЕЗІЯ» для студентів спеціальності «Архітектура й містобудування»  
Харків: Вид-во ХНУБА, 2017 - 56 с.

Наведено основні питання організації й проведення лабораторних і практичних робіт

Рецензент

Рекомендовано кафедрою інженерної геодезії протокол № \_\_\_ від

---

© ХНУБА

© Криворучко В.Т

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП.....</b>	<b>6</b>
<b>1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ.....</b>	<b>7</b>
1.1 ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОНАННІ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ .....	7
1.2 ЗАГАЛЬНІ ПРАВИЛА РОБОТИ З ГЕОДЕЗИЧНИМИ ПРИЛАДАМИ.....	7
1.3 ЗАГАЛЬНІ ПРАВИЛА ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ І ПРАКТИЧНИХ РОБІТ .....	8
1.4 СКЛАД ЛАБОРАТОРНИХ І ПРАКТИЧНИХ РОБІТ .....	9
1.5 ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ .....	10
<b>2 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ .....</b>	<b>11</b>
2.1 ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ З ТЕМИ: «БУДОВА ТЕОДОЛІТА Й РОБОТА З НИМ».....	11
2.1.1 Будова теодоліту.....	11
2.1.2 Перевірки теодоліта .....	14
2.1.3 Вимір горизонтальних кутів.....	19
2.1.4 Вимір вертикальних кутів і далекомірних відстаней .....	20
2.1.5 Робота на тахеометричній станції.....	21
2.2 ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ З ТЕМИ : " БУДОВА НІВЕЛІРА Й РОБОТА З НИМ" .....	24
2.2.1 Будова нівеліра.....	24
2.2.2 Перевірки нівеліра .....	26
2.2.3 Вимір перевищень, визначення позначок точок.....	28
2.2.4 Нівелювання поверхні.....	30
2.3 ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ З ТЕМИ: "ІНСТРУМЕНТАЛЬНЕ РІШЕННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ ЗАВДАНЬ У БУДІВНИЦТВІ" .....	32
2.3.1 Винос проектного кута .....	32
2.3.2 Винос проектної позначки.....	33
2.3.3 Винос лінії заданого ухилу .....	35
2.3.4 Визначення прямолінійності .....	37
2.3.5 Визначення висоти споруджень.....	38
<b>3 ПРАКТИЧНІ РОБОТИ .....</b>	<b>40</b>
3.1 Вивчення топографічних карт і умовних знаків.....	40
3.2 Визначення площі ділянки полярним планіметром.....	41
3.3 Аналітичне визначення площі ділянки.....	45
3.4 Підбір топографічних матеріалів (НОМЕНКЛАТУРА).....	47
<b>4 ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТНИХ МАТЕРІАЛІВ.....</b>	<b>53</b>
<b>СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ.....</b>	<b>54</b>

## **ВСТУП**

Методичний посібник входить до складу документів комп'ютерного учбово-методичного комплексу по інженерній геодезії і є свого роду інструкцією до проведення інструментальних лабораторних і практичних робіт з геодезії. Вимоги, наведені в даному документі, обов'язкові для всіх студентів при виконанні лабораторних і практичних робіт. Посібник призначений для студентів всіх будівельних спеціальностей.

При самостійному виконанні робіт студент зобов'язаний одержати конкретне завдання в провідного викладача, виконати роботи, керуючись даним посібником, підписати звітні матеріали в лаборанта або завідувача лабораторії й відзвітувати перед викладачем.

У комплект даного посібника входить робочий зошит для лабораторних і практичних робіт з геодезії.

## 1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

### 1.1 Особливості техніки безпеки при виконанні лабораторних робіт

1.1.1 Перед виконанням лабораторних робіт провідний викладач проводить спеціальний інструктаж з техніки безпеки. Результати інструктажу фіксуються в спеціальному журналі по техніці безпеки, що перебуває у завідувача лабораторії.

1.1.2 Забороняється самостійно включати й виключати електроосвітлення, користуватися електричними приладами, що не входять до складу встаткування лабораторії без згоди з завідувача лабораторії.

1.1.3 Забороняється сідати або ставити будь які предмети на підвіконня.

1.1.4 Забороняється самостійно відкривати й закривати вікна.

1.1.5 При виконанні робіт нівелірну рейку необхідно завжди тримати руками; забороняється приставляти її до будь яких предметів, або закріплювати на столі; падаюча рейка може стати причиною травм й поломок устаткування.

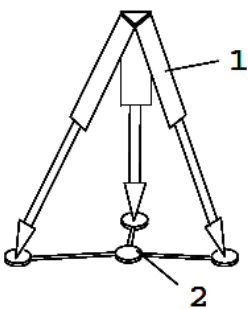
1.1.6 Забороняється наводити зорові труби на сонце.

### 1.2 Загальні правила роботи з геодезичними приладами

1.2.1 Геодезичні прилади є високоточними й дорогими засобами вимірів і вимагають до себе дбайливого відношення, не допускаючи їхніх падінь, ударів, влучення пилу й вологи.

1.2.2 Забороняється самостійно протирати оптику; із усіх питань, що стосується якості оптики й зображення, необхідно звертатися до лаборанта.

1.2.3 Прилад повинен бути надійно закріплений становим гвинтом на штативі; забороняється встановлювати штатив у лабораторії без спеціальної підставки, рис. 1.



1 - штатив;  
2 - підставка

**Рис.1 - Установка штатива**

1.2.4 Перед виконанням робіт з геодезичними приладами всі їх навідні й піднімальні гвинти повинні перебувати в середнім положенні, рис.2.

1.2.5 Забороняється підводити настановні гвинти до крайніх положень. Якщо навідними гвинтами неможливо навести трубу на об'єкт, то необхідно відкрити відповідний закріпний гвинт, виконати попереднє наведення на об'єкт і після закріплення закріпного гвинта виконати остаточне наведення труби відповідним мікрометренним гвинтом.

1.2.6 При установці теодоліта в робоче положення **закріпний гвинт лімба** повинен бути закріплений, а закріпні гвинти аліадади й труби відкріплені.

1.2.7 Забороняється застосовувати силу при обертанні рухливих вузлів приладів; якщо який-небудь вузол не обертається, то необхідно звернутися до лаборанта.

1.2.8 Закреплять закріплючі гвинти необхідно дуже обережно, не допускаючи застосування сили.

1.2.9 Із всіх питань, пов'язаним з порушенням працездатності інструментів, необхідно звертатися до лаборанта або завідувача лабораторії.

1.2.10 При виявленні несправностей у приладах необхідно терміново сповістити про це лаборантові або завідувачеві лабораторією.

1.2.11 Якщо поломка інструменту відбулася внаслідок халатного обігу з ними або, порушенням даної інструкції, то ремонт приладів здійснюється за рахунок винуватця поломки. Студент не несе відповідальності за поломки приладів, пов'язані із природним їхнім старінням.

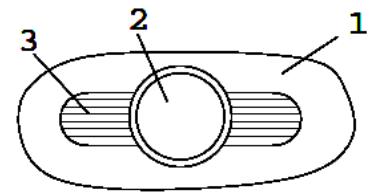
Характер несправності й величина збитку визначається спеціальною комісією, утвореної на кафедрі зі співробітників лабораторії (завідувач лабораторії, навчальний майстер) і викладачів. Забороняється компенсувати збиток готівкою; поламаний з вини студенту прилад повинен бути відремонтований або замінений аналогічним цілим.

1.2.12 Виносити прилади за межі лабораторії без відповідного оформлення категорично забороняється.

1.2.13 При виконанні студентами відпрацьовувань, прилади видаються лаборантом по пред'явленню студентського квитка або залікової книжки.

1.2.14 При завершенні навчання або відрахуванні з інституту студент зобов'язаний підписати обхідний лист у завідувача лабораторії.

1.2.15 Категорично забороняється самостійно виконувати юстировки геодезичних приладів.



1 - корпус приладу; 2 - частина навідного гвинта; 3 - закріпний гвинт.

**Рис. 2 - Середнє положення**

### **1.3 Загальні правила виконання лабораторних і практичних робіт**

1.3.1 Кожний студент заводить спеціальний робочий зошит для лабораторних і практичних робіт. При завершенні курсу зошит здається разом з розрахунково-графічними роботами.

1.3.2 Задання й коментарі до лабораторних і практичних робіт записуються в загальному конспекті по геодезії.

1.3.3 Лабораторні роботи виконуються бригадами із трьох студентів; всі члени якої, по черзі, виконують всі завдання таким чином, щоб кожний студент зміг виконати самостійно одну третину робіт, отже, кожна робота повинна складатися із трьох частин.

1.3.4 Забороняється до дзвінка залишати лабораторію; якщо завдання виконане достроково викладач дає додаткове завдання.

1.3.5 Наприкінці занять викладач перевіряє й оцінює роботи, позначка за лабораторну роботу ставиться кожному студентові індивідуально.

1.3.6 Результати вимірів кожний студент записує безпосередньо у свій робочий зошит для лабораторних робіт. Забороняється записувати результати вимірів на чернетці з наступним переписуванням їх у зошит.



1.3.7 Якщо в процесі вимірів допущена помилка в градусній частині кутових відліків, або в дециметровій частині лінійних вимірів, неправильна цифра акуратно перекреслюється й зверху записується правильний результат, рис.3.

+ правильно	неправильно
$\begin{array}{r} 128.30 \\ \hline 125.30 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 125.30 \\ \hline \del{128.30} \\ \hline 125.30 \\ \hline \del{\del{125.30}} \\ \hline \end{array}$

+  
**Рис. 3 - Методи виправлень у робочому зошиті**

1.3.8 Якщо помилки допущені у хвилильних відліках кутових величин, або в сантиметрових лінійних відліках, то повністю повторюється увесь прийом, а помилковий результат акуратно закреслюється однією лінією.

1.3.9 Категорично забороняється стирати відліки ластиком.

#### **1.4 Склад лабораторних і практичних робіт**

1.4.1 У цьому посібнику освітлені наступні роботи:

##### ***лабораторні роботи***

- 1) будова теодоліта;
- 2) перевірки теодоліта;
- 3) вимір горизонтальних кутів;
- 4) вимір вертикальних кутів і далекомірних відстаней;
- 5) будова нівеліра;
- 6) перевірки нівеліра;
- 7) вимір перевищень, визначення позначок;
- 8) робота на тахеометричній станції;
- 9) нівелювання поверхні;
- 10) винос проектної позначки;
- 11) винос лінії заданого ухилу;
- 12) винос проектного кута;
- 13) визначення прямолінійності;
- 14) визначення висоти спорудження;

##### ***практичні роботи***

- 1) вивчення топографічних карт і умовних знаків;
- 2) визначення площі ділянки планіметром;
- 3) аналітичне визначення площ;
- 4) підбор топографічних матеріалів (номенклатура топографічних матеріалів).

## **1.5 Організація проведення лабораторних робіт**

Перед початком робіт необхідні прилади встановлюються на штативи, і здійснюється їхній огляд. Студенти розподіляються по бригадах із трьох чоловік. Склад бригад бажано мати постійний на весь семестр. Викладач видає конкретне завдання й коротко коментує майбутню роботу. Коментарі студенти записують у конспект по геодезії. Керуючись справжніми методичними вказівками, студенти виконують роботу, результати якої записують у спеціальний робочий зошит для лабораторних і практичних робіт. При завершенні робіт викладач перевіряє їх і оцінює. Зразки записів кожній роботі дані у відповідних розділах справжнього посібника.

## 2 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

### 2.1 Лабораторні роботи з теми: «Будова теодоліта й робота з ним»

#### 2.1.1 Будова теодоліту

##### Завдання

Вивчити будову теодоліту; намалювати його схему, показавши основні вузли (трубу, рівень, відлікові пристрої); виконати пробні виміри, наводячи трубу теодоліта при двох його положеннях (КП і КЛ) на три візирні марки й зняти відліки по горизонтальному й вертикальному кругах.

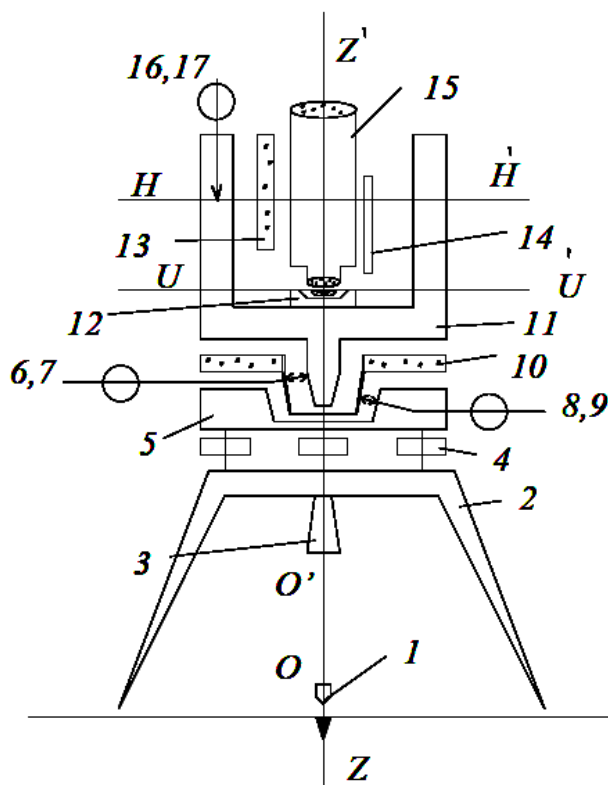
##### Прилади й матеріали

- 1) Теодоліт Т30.
- 2) Звітний зошит.

##### Коментар

Теодоліт оптичний геодезичний прилад, призначений для вимірів горизонтальних і вертикальних кутів, далекомірних відстаней, магнітного азимута. В інженерно-геодезичній практиці теодоліти застосовуються: для виміру горизонтальних кутів, при прокладці теодолітних ходів, виконанні топографічних зйомок, у розмічувальних роботах, для рішення різних інженерних завдань по визначенню відстаней, прямолінійності, крену та ін.

Схема теодоліту й основних його вузлів наведена на рис.4.

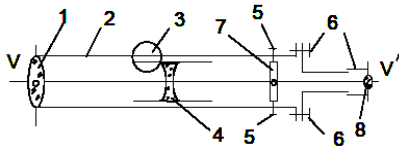


На рис. 4 цифрами позначені:  
1 - висок; 2 - штатив; 3 - становий гвинт; 4 - піднімальні гвинти; 5 - трегерна підставка; 6, 7 - закріпний і навідний гвинти алідади; 8, 9 - закріпний і навідний гвинти лімба; 10 - лімба горизонтального круга; 11 - алідада; 12 - циліндричний рівень; 13 - лімба вертикального круга; 14 - відліковий пристрій; 15 - зорова труба; 16, 17 - закріпний і навідний гвинти труби.

Рис. 4 - Схема теодоліту

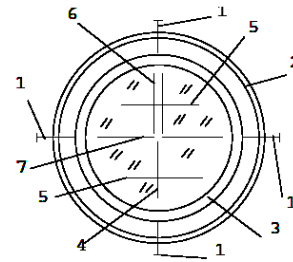
Одним з основних вузлів теодоліта є зорова труба, рис.5. Візирна вісь  $VV'$  мнима лінія, що з'єднує оптичний центр об'єктива й центр сітки ниток. Сітка ниток вигравірована на скляній пластині, поміщеної в обоймі, називаною діаф-

рагмою, рис.6. Приведення лімба до горизонту здійснюється за допомогою циліндричного рівня, рис.7.



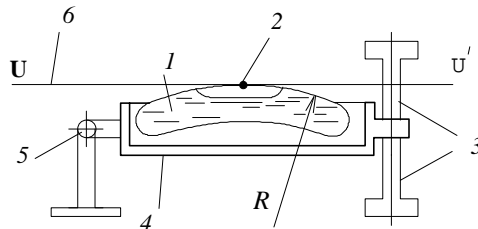
1 - об'єктив; 2 - корпус; 3 - кремальєра; 4 - фокусуєча лінза; 5 - юстіровочні гвинти сітки ниток; 6 - монтажні гвинти окуляра; 7 - діафрагма; 8 - окуляр; 9 - фокусуєче кільце окуляра

**Рис. 5 - Зорова труба**



1 - юстіровочні гвинти сітки; 2 - корпус зорової труби; 3 - діафрагма; 4 - вертикальна нитка сітки; 5 - далекомірні нитки; 6 - бисектор сітки ниток; 7 - горизонтальна нитка

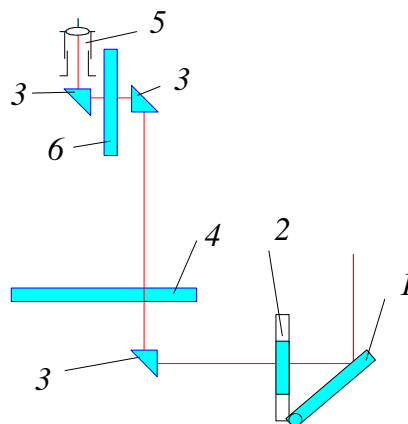
**Рис. 6 - Діафрагма із сіткою ниток**



1 - ампула; 2 - нуль пункт; 3 - юстіровочні гвинти рівня; 4 - корпус рівня; 5 - шарнір;  $UU'$  вісь рівня - дотична до внутрішньої поверхні ампули в точці нуль пункту

**Рис. 7 - Циліндричний рівень**

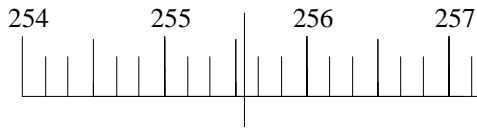
Відлікові пристрої теодолітів оптичного типу, тобто відлік виходить шляхом передачі зображення лімба у відліковий мікроскоп. Схема такого відлікового пристрою наведена на рис. 8.



1 - дзеркало; 2-2- вікно; 3 - призма; 4 - лімб горизонтального круга; 5 - окуляр мікроскопа; 6 - лімб вертикального круга

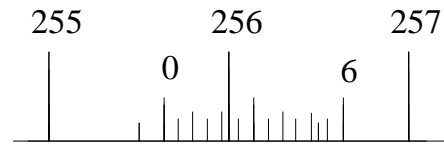
**Рис. 8 - Відлікові пристрої**

Найбільше широко в теодолітах використовуються штрихові, рис.9, і шкалові, рис. 10, відлікові пристрої.



відлік  $255^{\circ} 33'$

**Рис. 9 - Штриховий відліковий пристрій**



відлік  $256^{\circ} 22'$

**Рис. 10 - Шкаловий відліковий пристрій**

Відлік по штриховому відліковому пристрою (рис. 9) дорівнює  $255^{\circ} 32'$ , а по шкаловому (рис. 10) -  $256^{\circ} 22'$ .

Типи теодолітів, що застосовуються в будівництві і їхня класифікація наведені в табл. 1.

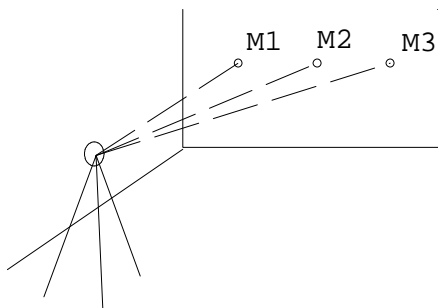
**Таблиця 1 - Класифікація теодолітів**

<i>Точність, кутова. сек.</i>	<i>Технічні особливості</i>	<i>Марка</i>
<i>Високоточні, <math>m_{кута} = 0.5''-2''</math></i>		<i>T05, T1.T2</i>
<i>Точні, <math>m_{кута} = 5' - 15''</math></i>		<i>T5, T15</i>
<i>Технічні, <math>m_{кута} = 30''-60''</math></i>		<i>T30</i>
	<i>Автоколлиматор</i>	<i>T2A, T05A</i>
	<i>Компенсатор</i>	<i>T5ДО</i>
	<i>Маркшейдерські</i>	<i>T30M</i>

### **Порядок виконання роботи**

Складаються схеми теодоліта і його основних вузлів.

Установлюється теодоліт на підставку, рис. 1, і приводиться в робоче положення (виводяться всі регулювальні гвинти в середнє положення, закріплюється лімб, відкріплюється алідада й труба, регулюється зображення об'єкту, сітки ниток і відліків, приводиться вертикальна вісь обертання теодоліту в прямовисне положення).



**Рис. 11 - Схема вимірів**

Послідовно, наводячи трубу теодоліту при двох положеннях вертикального круга (*KL* і *KП*) на візирні марки *M1*, *M2*, *M3*, беруться відліки по горизонтальному й вертикальному колах. Схема вимірів наведена на рис. 11.

**ПРИМІТКА.** *Перед зняттям відліків по вертикальному колу необхідно перевірити положення пухирця циліндричного рівня. Якщо пухирець рівня не в нуль пункті, то піднімальними гвинтами його положення коректується, з одночасною корекцією наведення труби на візирну марку.*

Результати вимірів записуються в спеціальний журнал, форма якого наведена в табл.2.

**Таблиця 2 - Журнал пробних вимірів**

<i>Точка установки теодоліта</i>	<i>Точка візування</i>	<i>Відлік по горизонтальному колу ° '</i>	<i>Відлік по вертикальному колу ° '</i>
<i>A КП</i>	<i>M1</i>	<i>10 12.5</i>	<i>8 52.0</i>
	<i>M2</i>	<i>20 360</i>	<i>8 43.0</i>
	<i>M3</i>	<i>31 03.0</i>	<i>13 17.0</i>
<i>A КЛ</i>	<i>M1</i>	<i>31 03.0</i>	<i>8 50.0</i>
	<i>M2</i>	<i>190 13.0</i>	<i>8 41.5</i>
	<i>M3</i>	<i>211 03.5</i>	<i>13 15.5</i>

### ***Звітні матеріали***

- схема теодоліта і його вузлів;
- схема вимірів;
- журнал пробних вимірів.

### ***2.1.2 Перевірки теодоліта***

#### ***Завдання***

Виконати наступні перевірки теодоліту:  
 перевірка циліндричного рівня при алідаді горизонтального круга;  
 перевірка сітки ниток;  
 перевірка рівності підставок;  
 перевірка колімаційної помилки;  
 перевірка значення місце нуля (МО) вертикального круга;

#### ***Прилади й матеріали***

- 1) Теодоліт Т30.
- 2) Звітний зошит.

#### ***Коментар***

Перевірки комплекс дій, спрямований на контроль і забезпечення механічних, оптичних і геометричних умов теодоліта.

#### ***Механічні умови.***

Всі механічні вузли повинні бути працездатні.

Рухливі елементи повинні обертатися плавно без ривків.

Механічні умови контролюються методом огляду. При виявленні порушень умов, прилад направляється в майстерню.

#### ***Оптичні умови***

Зображення в трубі й у відліковому мікроскопі повинні бути чітким і різким.

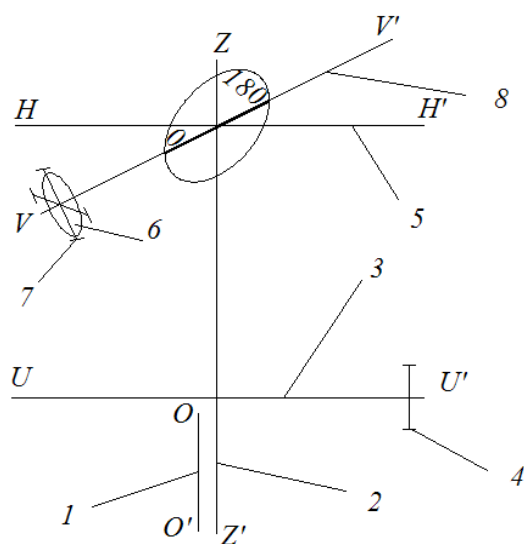
Фокусування труби повинне забезпечувати різке зображення в межах установленого діапазону відстаней (звичайно від 3 м нескінченності).

Дані перевірки виконуються методом огляду, Якщо умови не виконані, теодоліт направляється в майстерню.

### Геометричні умови

Основні геометричні умови теодоліта, проілюстровані на рис. 12;

- 1) вісь пристрою, що *центрує*  $OO'$  повинна лежати на одній осі з вертикальною віссю *обертання*  $ZZ'$  теодоліта - перевірка пристрою, що центрує;
- 2) вісь циліндричного рівня  $UU'$  повинна бути перпендикулярна вертикальній осі обертання  $ZZ'$  теодоліта – перевірка циліндричного рівня;
- 3) вертикальна нитка  $KK'$  сітки ниток повинна лежати в одній площині з вертикальною віссю  $ZZ'$  обертання теодоліта – перевірка сітки ниток;
- 4) горизонтальна вісь обертання труби  $HH'$  повинна бути перпендикулярна вертикальній осі  $ZZ'$  обертання теодоліта – перевірка рівності підставок;
- 5) візирна вісь  $VV'$  труби повинна бути перпендикулярна горизонтальній осі  $HH'$  обертання труби – перевірка колімаційної помилки;
- 6) візирна вісь  $VV'$  труби повинна проходити через нульовий ( $0^\circ$ - $180^\circ$ ) діаметр лімба вертикального круга - перевірка місце нуля вертикального круга.



1 - вісь  $OO'$  пристрою, що *центрує*; 2 - вертикальна вісь  $ZZ'$  обертання теодоліту; 3 - вісь  $UU'$  циліндричного рівня; 4 - юстировочные гвинти рівня; 5 - горизонтальна вісь  $HH'$  обертання труби; 6 - вертикальна нитка  $KK'$  сітки ниток; 8 - візирна вісь  $VV'$  труби;  $0^\circ$ - $180^\circ$  - нульовий діаметр лімба вертикального круга

**Рис. 12 - Геометричні умови теодоліта**

У процесі виробництва перевірки виконуються в наступній послідовності.

- перевірка циліндричного рівня (умова 2);
- перевірка сітки ниток (умова 3);
- перевірка рівності підставок (умова 4);
- перевірка колімаційної помилки (умова 5);
- перевірка пристрою, що центрує (умову 1);
- перевірка МО вертикального круга (умова 6).

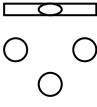
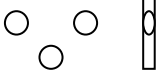
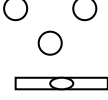
### Порядок виконання роботи

Складається схема вимірів. Установлюється теодоліт і приводиться його в робоче положення.

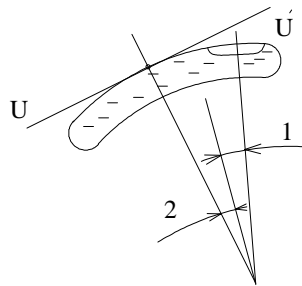
### *Перевірка циліндричного рівня.*

Виконується перевірка рівня згідно табл. 3.

**Таблиця 3-3- Перевірка циліндричного рівня**

<i>№ пози- ції</i>	<i>Положення рівня</i>	<i>Положення пухи- рця рівня</i>	<i>Примітка</i>
		<i>пухирець рівня в нуль пункті</i>	<i>Розгорнути трубу на 90°</i>
		<i>пухирець рівня в нуль пункті</i>	<i>Розгорнути трубу на 90°</i>
		<i>Зробити відлічу- вання за рівнем</i>	<i>Допуск на зсув пу- хирця рівня 1 роз- поділ</i>

Якщо умова не виконана, рівень вимагає юстировки. Юстировка виконується шляхом зміни положення осі рівня  $UU'$  юстировочними гвинтами рівня. Обертанням юстировочного гвинта рівня зміщується пухирець рівня на половину дуги відхилення, рис. 13.

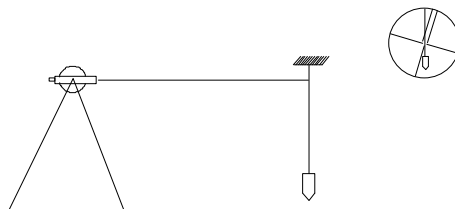


*1 - зміщення пухирця рівня юстировочними гвинтами; 2 - зсув пухирця рівня піднімальними гвинтами*

**Рис.13 - Юстировка рівня**

### *Перевірка сітки ниток*

Підвішується висок на відстані 6 - 8 м від теодоліта, наводиться труба теодоліта на нитку виска. Умова вважається виконаним, якщо вертикальна нитка сітки ниток збіжиться з ниткою виска, рис. 14.



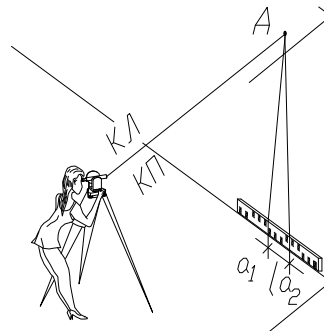
**Рис 14 - Перевірка сітки ниток**



У протилежному випадку необхідно виконати юстировку. Для цього послабляються монтажні гвинти 6, рис.5, окуляра й він розвертається навколо своєї осі до повного збігу нитки виска й вертикальної нитки сітки.

### **Перевірка рівності підставок**

Складається схема вимірів. Установлюється теодоліт на відстані 5 - 6м від стіни лабораторії, рис.15, а внизу стіни горизонтально укладається рейка. При двох положеннях вертикального круга (КП і КЛ) наводиться труба теодоліта на чітку добре видимо точку  $A$ , розташовану у верхній частині стіни. Опускаючи трубу, точка  $A$  проектується долілиць на рейку, і виробляється відлічування по рейці, відліки  $a_1$  і  $a_2$ . Відлік  $a_1$  для положення теодоліта КЛ, а відлік  $a_2$  для КП.



**Рис. 15 - Перевірка рівності підставок**

Умова вважається виконаним, якщо довжина відрізка  $l$  (рис. 16), видимого в трубу, не перевищує ширини бісектора сітки ниток.

Якщо умова не виконується теодоліт необхідно направити в ремонтну майстерню.

### **Перевірка колімаційної помилки**

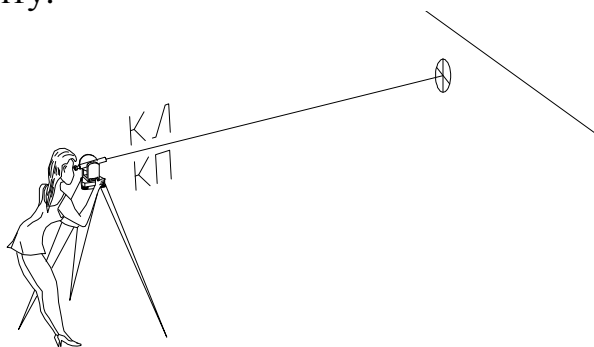
Складається схема вимірів. Установлюється теодоліт згідно рис.17. При двох положеннях вертикального круга (КЛ і КП) наводиться труба теодоліта на точку  $A$ , і виробляються відліки  $O^I$  і  $O^{II}$  по горизонтальному колу. Величина колімаційної помилки з обчислюється по формулі:

$$c = \frac{O^I - O^{II} \pm 180^\circ}{2}.$$

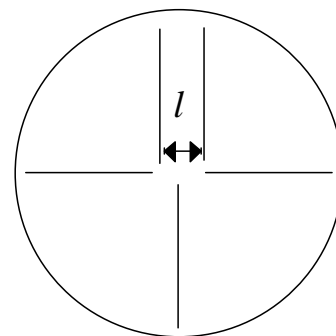
Умова вважається виконаним, якщо величина колімаційної помилки з не перевищує точності теодоліта, тобто

$$|c| \leq t,$$

де  $t$  - точність теодоліту.



**Рис. 17- Перевірка колімаційної погрішності**



**(1) Рис. 16 - Умова перевірки рівності підставок**

При виконанні юстировки обчислюється середній відлік  $O$ , рівний

$$c = \frac{O^I - O^{II} \pm 180^\circ}{2}. \quad (2)$$

Установлюється даний відлік на лімбі горизонтального круга. При цьому, центр сітки ниток не збіжиться із точкою  $A$ . Небагато послабивши верхні юстировочні гвинти сітки ниток, обертаючи горизонтальні юстировочні гвинти, сполучається цент сітки ниток і зображення точки  $A$ .

Результати вимірів записуються в таблицю, форма якої наведена в табл. 4.  
**Таблиця 4 - Визначення колімаційної помилки**

Точка установки теодоліта	Точка візування	Відлік по горизонтальному кругу	Колімаційна погрешність
$B_{КЛ}$	$A$	24 32.0	$c = \frac{24^\circ 32.0' + 180^\circ - 204^\circ 33.0'}{2} = -0.5'$
$B_{КП}$	$A$	204 33.0	

Тому що  $c < 1'$  умова виконана.

Якщо величина колімаційної помилки перевищила встановлений допуск, то виконується юстировка.

### **Перевірка значення місця нуля (МО) вертикального круга**

Складається схема вимірів. Установлюється теодоліт і приводиться в робоче положення. Вибирається об'єкт наведення, що має чіткий горизонтальний контур, у лабораторії це спеціальна марка, наклеєна на стіну, рис. 18.

Послідовно при колі ліво й право наводиться труба теодоліта на обраний об'єкт і, контролюючи положення пухирця рівня, виробляється відлічування по вертикальному колу, відліки  $V^{ЛІВ}$ ,  $V^{ПРАВ}$ .

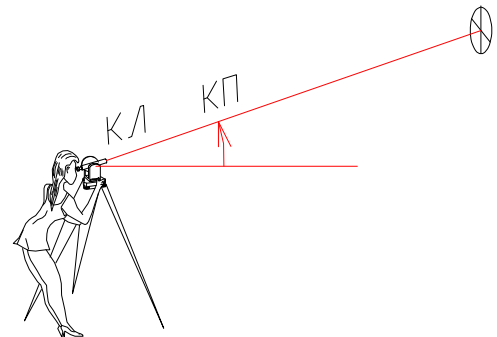
По формулі (3) обчислюється значення місце нуля.

$$MO = \frac{V^{ЛІВ} + V^{ПРАВ}}{2}, \quad (3)$$

де  $V^{ЛІВ}$ ,  $V^{ПРАВ}$  – відліки по вертикальному колу теодоліта.

**УВАГА. При узятті відліків по вертикальному колу необхідно контролювати положення рівня. Якщо пухирець рівня вийшов з нуля пункту, обертанням піднімальних гвинтів він виводиться в нуль пункт і коректується наведення труби.**

Результати вимірів записуються в журнал, форма якого наведена в табл. 5.



**Рис. 18 - Перевірка місця нуля вертикального круга**

**Таблиця 5 - Визначення значення місце нуля вертикального круга**

Точка установки теодоліта	Точка візування	Відлік по вертикальному колу ° ‘	Місце нуля вертикального круга
У КЛ	А	3 12.0	$MO = (3^{\circ}12' - 3^{\circ}14') / 2 = -1'$
У КП	А	3 14.0	

Умова вважається виконаним, якщо значення місце нуля, певні на різні об'єкти, близько до нуля й рівні між собою в межах подвійної точності інструмента ( $1'$ ). Щоб виконати дана вимога, обчислюється «правильний» звіт, що відповідає відліку на точку А при нульовому значенні місця нуля вертикального круга

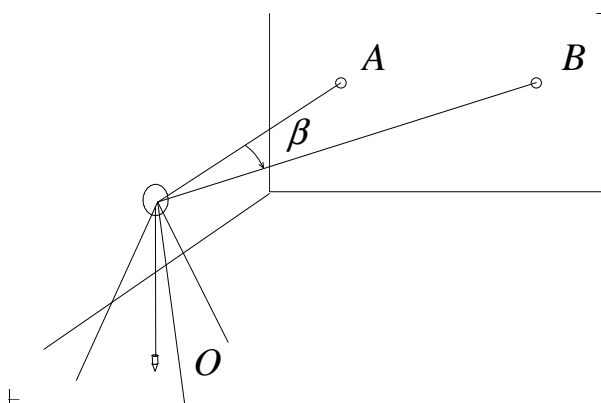
$$V = \frac{V^{ЛПВ} - V^{ПРАВ}}{2} \quad (4)$$

Обчислений відлік  $V$ , установлюється на вертикальному колі, контролюючи положення пухирця рівня, і, спостерігаючи об'єкт наведення (точку А), обертанням вертикальних гвинтів сітки ниток сполучається центр сітки ниток із точкою А.

### 2.1.3 Вимір горизонтальних кутів

#### Завдання

Виміряти горизонтальний кут між марками згідно рис. 19.



**Рис. 19 - Схема вимірів**

#### Прилади й матеріали

- 1) Теодоліт Т30.
- 2) Звітний зошит.

#### Коментар

Вимір горизонтальних кутів входить до складу комплексу робіт із прокладки теодолітного ходу.

#### Порядок виконання роботи

Складається схема вимірів.

Установлюється теодоліт над точкою  $O$  и приводиться в робоче положення.

ження.

При положенні  $КЛ$  наводиться труба теодоліта на ліву точку, (на рис. 19 точка А) і береться відлік  $O_A^Л$  по горизонтальному колу.

Наводиться труба теодоліта на праву точку, (точка В) і береться відлік  $O_B^Л$  по горизонтальному колу.

Обчислюється обмірюваний кут  $\beta^Л$

$$\beta^Л = O_A^Л - O_B^Л. \quad (5)$$

Відкріплюється лімб, розвертається труба на  $10^{\circ} - 15^{\circ}$  і лімб закріплюється.

Аналогічно виконуються виміри при  $КП$ , одержавши відліки  $O_A^П$ ,  $O_B^П$  і обчислюється кут

$$\beta^П = O_A^П - O_B^П. \quad (6)$$

Якщо різниця обмірюваних кутів  $|\beta^П - \beta^Л| \leq |1'|$ , то обчислюється середнє значення обмірюваного кута

$$\beta = \frac{\beta_{\text{л}} + \beta_{\text{п}}}{2}, \quad (7)$$

у протилежному випадку зробити повторні виміри.

Результати вимірів записуються в журнал, форма якого наведена в табл.6.

### **Звітні матеріали**

- схема вимірів;
- журнал вимірів горизонтальних кутів.

**Таблиця 6 - Журнал вимірів горизонтальних кутів**

Тчка уст теодоліта	Точка візування	Відлік по гориз. колу, °	Обмірюваний кут, °	Середній кут, °
	<i>B</i>	30 23.5		
<i>О КЛ</i>			11 11.0	
	<i>A</i>	9 12.5		11 11.2
	<i>B</i>	64 01.0		
<i>О КП</i>			11 11.5	
	<i>A</i>	52 50.5		

### **2.1.4 Вимір вертикальних кутів і далекомірних відстаней**

#### **Завдання**

Виміряти вертикальні кути на точки *A*, *B*, *C* і далекомірна відстань від точки установки теодоліта до рейки згідно схеми, наведеної на рис. 18.

#### **Прилади й матеріали**

- 1) Теодоліт Т30.
- 2) Звітний зошит.

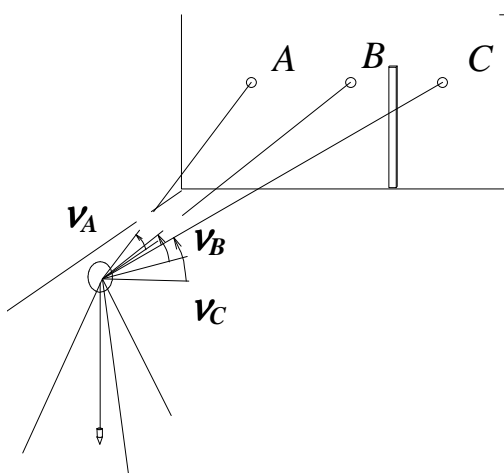
#### **Коментар**

Вимір вертикальних кутів необхідно для визначення висотного положення об'єктів. Дане завдання в комплексі вимірів горизонтальних кутів і далекомірних відстаней є одним з основних елементів тахеометричної зйомки.

#### **Порядок виконання роботи**

Складається схема вимірів.

Установлюється теодоліт над точкою *O* і приводиться в робоче положення.



**Рис. 20 - Схема вимірів вертикальних кутів і далекомірних відстаней**

При колі ліво наводиться труба теодоліта на вимірювану точку *A* и, контролюючи положення рівня при алідаді вертикального круга або при його відсутності при лімбі горизонтального круга, виробляється відлічування по вертикальному колу, відлік  $V^{AB}$ .

Установлюється труба теодоліта в положення коло право й аналогічно наводиться труба теодоліта на вимірювану точку, контролюючи положення рівня при алідаді вертикального круга або при його відсутності при лімбі горизонтального круга, виробляється відлічування по вертикальному колу, відлік  $V^{PAB}$ .

Обчислюється значення місце нуля вертикального круга

$$MO = \frac{V^{ЛІВ} + V^{ПРАВ}}{2}. \quad (8)$$

Якщо лімб має оцифрування від  $0^\circ$  до  $360^\circ$ , то відлік при колі право обчислюють як доповнення до  $360^\circ$  або  $180^\circ$ .

Контролюється значення місце нуля, воно не повинне відрізнятися більш ніж на  $1-2'$  від значення, отриманого при перевірках теодоліта.

Обчислюється значення вертикального кута

$$\nu = KL - MO. \quad (9)$$

Аналогічно виконуються виміри на інші точки.

Для виміру далекомірних відстаней теодоліт наводиться на нівелірну рейку. Виробляється відлічування по верхній далекомірній нитці, відлік  $O_{ВЕРХ}$  і нижньої нитки –  $O_{НИЗ}$ , рис. 21.

На рис. 21  $O_{ВЕРХ} = 1125$ , а  $O_{НИЗ} = 1235$ .

Вимірювана відстань визначається по формулі:

$$D = 100(O_{НИЗ} - O_{ВЕРХ}), \quad (10)$$

де  $O_{НИЗ}$ ,  $O_{ВЕРХ}$  - відповідно, відліки по нижній і верхній далекомірних нитках;

При  $O_{ВЕРХ} = 1025$ , а  $O_{НИЗ} = 1136$  одержимо  $100 \times (1136 - 1025) = 100 \times 110 = 11000 \text{ мм} = 11.0 \text{ м}$ .

Результати вимірів записуються в журнал, форма якого наведена в табл. 7.

**Таблиця 7 - Журнал виміру вертикальних кутів**

Точка установки теодоліта	Точка візування	Відлік по вертикальному кругу $^\circ \prime$	Місце нуля вертикального круга	Кут нахилу, $^\circ \prime$	Відліки по далекомірних нитках	Далекомір-на від-стань
О КЛ	А	3 12.0	2	3 14.0	1024	8.9
О КП	А	3 14.0			1113	
О КЛ	В	3 50.0	1.8	3 48.2	1024	11.2
О КП	В	3 53.5			1136	
О КЛ	С	4 50.0	1.8	4 48.2	1024	11.2
О КП	С	4 53.5			1136	

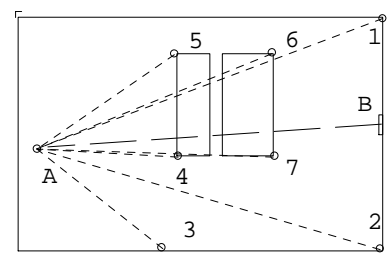
### Звітні матеріали

- схема вимірів.
- журнал результатів вимірів.

### 2.1.5 Робота на тахеометричній станції

#### Завдання

Виконати тахеометричну зйомку фрагмента аудиторії, рис. 22, використовуючи як обґрунтування точку, установки теодоліта (точка А) і візирну марку на стіні аудиторії (точка В). Позначку точки А прийня-



**Рис. 22 - Схема фрагмента аудиторії**

ти рівній позначці репера  $Rp1$  домашнього розрахунково графічного завдання.

### **Прилади й матеріали**

- 1) Теодоліт Т30.
- 2) Звітний зошит.

### **Коментар**

Тахеометрична зйомка є одним з найпоширеніших способів зйомки, основною особливістю якої є висока мобільність і оперативність в одержанні топографічних планів. Планове положення знімаємої точки, визначається методом полярних координат, при якому визначається полярний кут  $\beta$  і далекомірна відстань  $D$ . Для визначення позначок точок, що знімаються, використовується тригонометричне нівелювання. Позначка контурної точки  $I$  (рис.20),  $H_i$  визначається по формулі:

$$H = H_A + Stgv + i - V, \quad (11)$$

де  $H_A$  - позначка вихідної точки  $A$ ;  
 $S$  - горизонтальна проекція відстані від точки  $A$  до знімається точки, що;  
 $v$  - вертикальний кут;  
 $i$  - висота інструмента;  
 $V$  - висота візування.

Тому що в процесі зйомки відстань до знімається точки, що, визначається нитяним далекоміром, то для обчислення горизонтальної проекції відстані необхідно скористатися наступною формулою:

$$S = D \cos v, \quad (12)$$

де  $D$  - далекомірна відстань;  
 $v$  - кут нахилу.

Таким чином, у процесі зйомки визначаються наступні параметри:

- $i$  - висота інструмента;
- $V$  - висота візування;
- $v$  - вертикальний кут;
- $\beta$  - горизонтальний кут на знімається точку, що;
- $D$  - далекомірна відстань.

Якщо в процесі зйомки наводити трубу теодоліта на відлік дорівнює висоті інструмента, тобто  $i = V$ , то формула (10) буде мати вигляд

$$H = H_A + Stgv.$$

### **Порядок виконання роботи**

Складається абрис зйомки.

Установлюється теодоліт над точкою, центрується й приводиться в робоче положення.

Виміряється висота інструмента  $i$ , рис. 23.

Визначається значення місце нуля вертикального круга, наводячи трубу теодоліта на точку  $B$ .

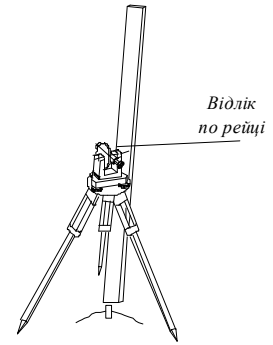
Виміряється далекомірна відстань  $D$  на орієнтирну точку  $B$ .

Перевіряється положення лімбу відносно горизонту й при необхідності коректується його положення.

При колі ліво розвертається труба теодоліта таким чином, щоб відлік по лімбі горизонтального круга був дорівнює  $0^\circ$ .

Відкріплюється лімба і наводиться труба на орієнтирну точку  $B$ . Даний етап називається орієнтуванням лімба теодоліта. Далі починається етап безпосередньо зйомки.

Відповідно до абрису зйомки, встановлюється рейка на знімаєму точку, що, і теодолітом визначається на цю точку далекомірна відстань  $D_i$ . Наводиться труба теодоліта безпосередньо на центр контуру (або на центр рейки, якщо рейка встановлена по центрі контуру) і береться відлік  $\beta_i$  по горизонтальному колу, дорівнює горизонтальному куту між опорним напрямком і напрямком на знімається точку.



**Рис. 23 - Вимір висоти інструмента**

Наводиться горизонтальна нитка труби, на відлік дорівнює висоті інструмента й, контролюючи положення циліндричного рівня, знімається відлік  $O'_i$ , по вертикальному колу.

Установлюється рейка на наступні знімальні точки й аналогічно визначається далекомірна відстань, відліки по горизонтальному й вертикальному колах.

Робота на станції завершується контрольним наведенням труби теодоліта на орієнтирну точку  $B$  и контролем орієнтування лімба теодоліта; відхилення звіту від нуля по горизонтальному колу при наведенні труби на орієнтирну точку не повинне перевищувати  $2'$ .

Результати вимірів записуються в журнал тахеометричної зйомки, форма якого наведена в табл. 8.

**Таблиця 8 - Журнал тахеометричної зйомки**

*Станція № А      Н=102.00      і=1.45      МО=1'*

№ тчк	Далеко-мірна від-стань, м	Відлік по гори-зонт. колу о'	Відлік по вертикал колу о'	МО, '	Вер-тик кут, о'	Горизон. проєкція відстані, м	h м	H м	Примітка
<i>B</i>	<i>11.10</i>	<i>00.00</i>	<i>л 8 30.0</i> <i>п 8 32.0</i>	<i>1</i>	<i>+8 31</i>	<i>11.10</i>			<i>Точка B</i>
<i>1</i>	<i>10.90</i>	<i>354 24</i>	<i>+0 15</i>	<i>1</i>	<i>+0 16</i>	<i>10.90</i>	<i>+0.05</i>	<i>102.05</i>	<i>кут аудит</i>
<i>2</i>	<i>10.87</i>	<i>5 11</i>	<i>+0 18</i>	<i>1</i>	<i>+0 19</i>	<i>10.87'</i>	<i>+0.06</i>	<i>102.06</i>	<i>кут аудит</i>
<i>3</i>	<i>6.12</i>	<i>7 56</i>	<i>+0 17</i>	<i>1</i>	<i>+0 18</i>	<i>6.12</i>	<i>+0.03</i>	<i>102.03</i>	<i>стіна</i>
<i>4</i>	<i>5.60</i>	<i>0 20</i>	<i>+5 50</i>	<i>1</i>	<i>+5 51</i>	<i>5.60</i>	<i>+0.57</i>	<i>102.57</i>	<i>сид парти</i>
<i>5</i>	<i>5.95</i>	<i>353 21</i>	<i>+5 48</i>	<i>1</i>	<i>+5 49</i>	<i>5.92</i>	<i>+0.60</i>	<i>102.60</i>	<i>сид парти</i>
<i>6</i>	<i>9.01</i>	<i>1 20</i>	<i>+8 42</i>	<i>1</i>	<i>+3 43</i>	<i>9.01</i>	<i>+1.38</i>	<i>103.38</i>	<i>верх парти</i>
<i>7</i>	<i>9.12</i>	<i>357 05</i>	<i>+8 38</i>	<i>1</i>	<i>+8 39</i>	<i>900</i>	<i>+1.37</i>	<i>103.37</i>	<i>верх парти</i>
<i>8</i>	<i>820</i>	<i>352 20</i>	<i>+0 24</i>	<i>1</i>	<i>+0 25</i>	<i>8.20</i>	<i>+0.06</i>	<i>102.06</i>	<i>стіна</i>
<i>B</i>	<i>11.10</i>	<i>0 01</i>		<i>1</i>					<i>точка B</i>

Обробляються результати зйомки й на аркуші ватману складається план фрагмента аудиторії в масштабі 1:100.

### *Звітні матеріали*

- абрис тахеометричної зйомки;
- журнал тахеометричної зйомки;
- план тахеометричної зйомки.

## **2.2 Лабораторні роботи з теми : " Будова нівеліра й робота з ним"**

### **2.2.1 Будова нівеліра**

#### *Завдання*

Вивчити будова нівеліра, намалювати його схему, виконати пробні виміри.

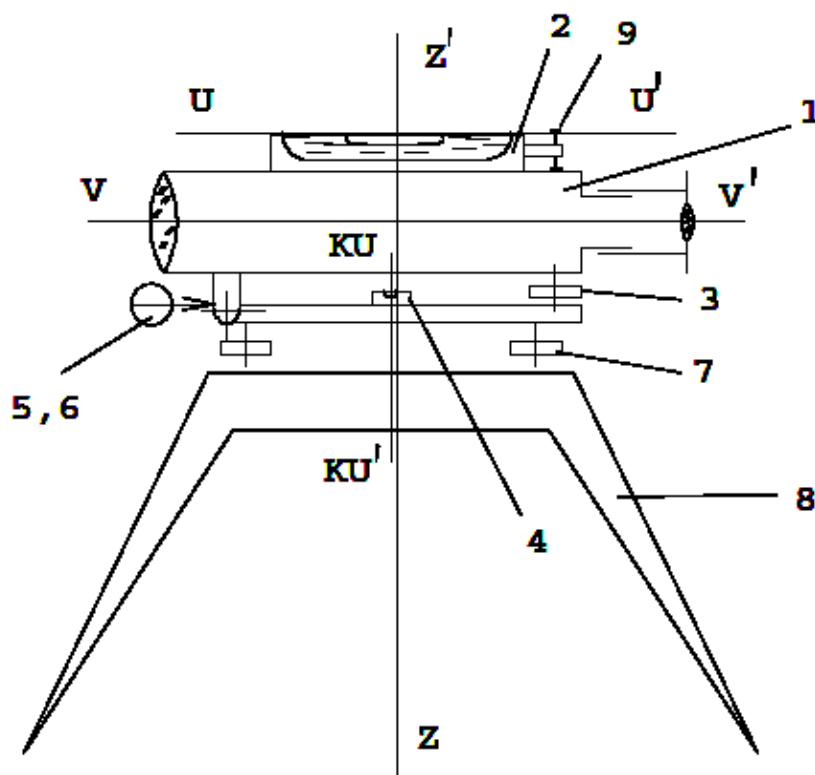
#### *Прилади й матеріали*

- 1) Нівелір НЗ.
- 2) Звітний зошит.

#### *Коментар*

Нівелір оптичний геодезичний прилад, призначений для вимірів перевищень. Застосовуються рівенні нівеліри, рис.24, і нівелір з компенсатором, рис.25.

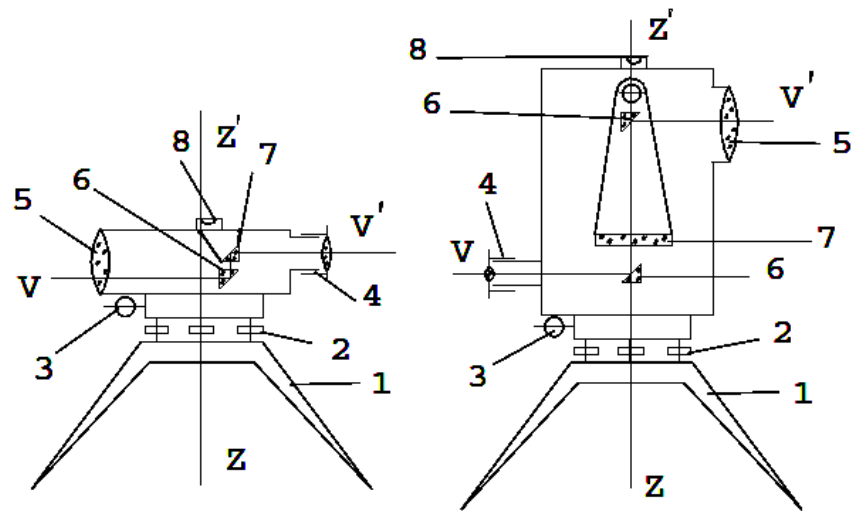
Нівелір з компенсатором автоматично встановлюють візирну вісь у горизонтальне положення.



1 - зорова труба; 2 - циліндричний рівень;  $UU'$  - вісь циліндричного рівня; 3 - елеваційний гвинт; 4 - круглий рівень; 5,6 - закріпний і навідний гвинти труби; 7-7- піднімальні гвинти; 8 - штатив. 9 - юстировочные гвинти циліндричного рівня;  $VV'$ - візирна вісь труби;  $ZZ'$  - вертикальна вісь обертання труби нівеліра;  $KUKU'$ - вісь круглого рівня.

**Рис. 24 - Будова рівенного нівеліру**



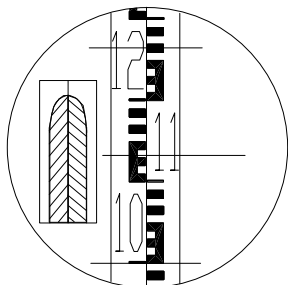


1 - штатив; 2-2- піднімальні кручені; 3 - навідний гвинт труби; 4 - окуляр; 5 - об'єктив; 6 - призма; 7 - компенсатор; 8 - круглий рівень

**Рис. 25 - Схеми нівелір з компенсатором**

Нівеліри класифікуються по точності й по технічних особливостях. Залежно від точності вимірів нівеліри бувають: високоточні *H05, H1, H2*. (точність вимірів перевищень 05-2 мм/км), точні *H3* (3мм/км) і технічні *H10* (10 мм/км).

Виходячи з технічних особливостей, у цей час застосовуються нівеліри: рівенніє, з компенсатором (остання буква в марці нівеліра "ДО"), і з лімбом горизонтального круга (Л).



Відлік по рейці дорівнює 1130

**Рис. 26 - Поле зору рівенних нівелірів.**

Встановлюється нівелір на штатив, приводиться в робоче положення, вибирається в аудиторії дві точки *A* и *B*, згідно рис.27.

Установлюється рейка на точку *A* чорну сторону до спостерігача.

Наводиться труба нівеліра на рейку, обертаючи елеваційний гвинт і, спостерігаючи в трубу за положенням пухирця рівня, рис.24а, 24б, сполучаються кінці пухирця рівня таким чином, щоб верхня їхня частина утворювала суцільну дугу, рис.28а.

Поле зору вирівняного нівеліра, при наведенні його на рейку, показано на рис.26.

**Порядок виконання роботи**

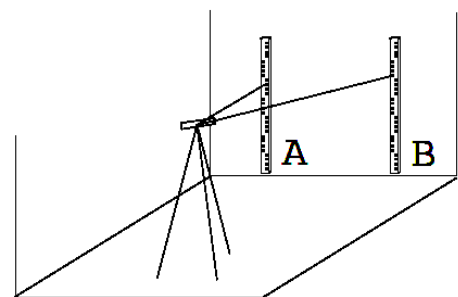
Установлюється нівелір на штатив, приводиться в робоче положення, вибирається в аудиторії дві точки *A* и *B*, згідно рис.27.

Установлюється рейка на точку *A* чорну сторону до спостерігача.

Наводиться труба нівеліра на рейку, обертаючи елеваційний гвинт і, спостерігаючи в трубу за положенням пухирця рівня, рис.24а, 24б, сполучаються кінці пухирця рівня таким чином, щоб верхня їхня частина утворювала суцільну дугу, рис.28а.

Установлюється рейка на точку *A* чорну сторону до спостерігача.

Наводиться труба нівеліра на рейку, обертаючи елеваційний гвинт і, спостерігаючи в трубу за положенням пухирця рівня, рис.24а, 24б, сполучаються кінці пухирця рівня таким чином, щоб верхня їхня частина утворювала суцільну дугу, рис.28а.



**Рис. 27 - Схеми вимірів**

Беруться відліки  $O^{ЧОР}_A$ ,  $O^{ЧЕР}_A$  по чорній і червоній сторонах рейки.

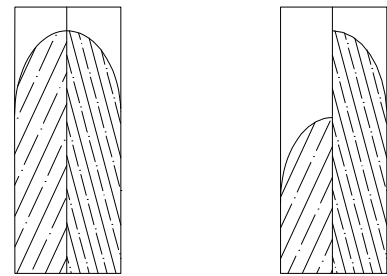
Обчислюється різниця відліків  $O^{ЧОР}_A - O^{ЧЕР}_A$ , вона не повинна відрізнятись більш ніж на 5мм від значення постійної рейки.

Установлюється рейка в точку  $B$  і аналогічно беруться відліки  $O^{ЧОР}_B$ ,  $O^{ЧЕР}_B$  по чорній і червоній сторонах рейки, контролюючи різницю п'ят.

Результати вимірів записуються в журнал, форма якого наведена в табл. 9.

Звітні матеріали

- схема нівеліра;
- схема вимірів.
- журнал вимірів.



**Рис.28 - Положення пухирців рівня**

**Таблиця 9 - Пробні виміри нівеліром**

№ стан	№ тчк	Відліки по рейках		Перевищення
		Задній	Передній	
	$A$	1025	1092	0067
		5810	5878	0068
	$B$	4785	4786	

### 2.2.2 Перевірки нівеліра

#### Завдання

Ознайомитися з перевітками нівеліра й виконати перевірку його головної умови.

#### Прилади й матеріали

- 1) Нівелір НЗ.
- 2) Звітний зошит.

#### Коментар

Перевірки нівеліра комплекс дій, спрямований на контроль і забезпечення механічних, оптичних і геометричних умов.

Перевірки механічних і оптичних умов повністю аналогічні перевіркам цих же умов теодоліта (см. п.2.1.2).

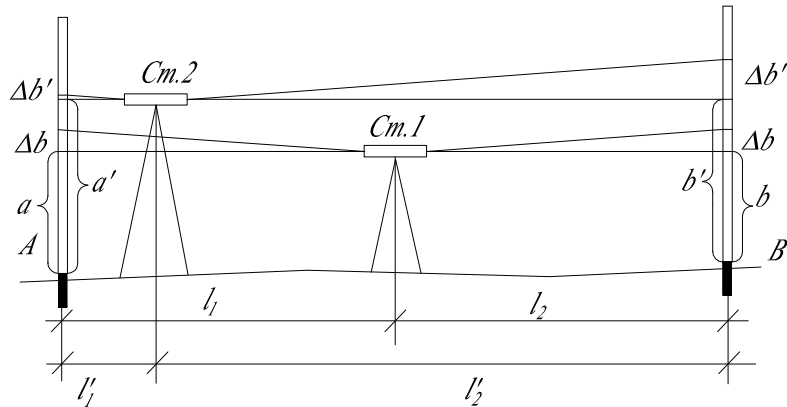
Основною геометричною умовою нівеліра, що визначає його сутність, є горизонтальність лінії візування. Ця умова називається «Головною умовою нівеліра», сутність якого впливає з наступні. Перевищення, обумовлене нівеліром, рис. 29, дорівнює різниці відліків по рейках, установленим на вимірюваних точках. Якщо лінія візування горизонтальна, то перевищення  $h$  дорівнює

$$h = a - b, \quad (13)$$

де  $a$  і  $b$  відліки по рейках.

Однак, внаслідок ряду причин, іноді візирна вісь не буде горизонтальною. У цьому випадку відліки по рейках не рівні  $a$  й  $b$ , а рівні, відповідно  $a + \Delta a$ ,  $b + \Delta b$ , тобто у вимірюване перевищення вноситься погрішність рівна  $\Delta h = \Delta a - \Delta b$ .

Завданням перевірки головної умови є визначення погрішності  $\Delta h$  за рахунок не горизонтальності лінії візування. Принцип виконання даної перевірки впливає з рис.29.



**Рис. 29 - Перевірка головної умови нівеліра**

Якщо нівелір між точками  $A$  і  $B$  установлена строго посередині (станція 1), тобто  $l_1 = l_2$ , то величини  $\Delta a = \Delta b$ , отже перевищення  $h$  вільно від досліджуваної погрішності. Установивши нівелір в однієї із точок, наприклад у точці  $A$  (станція 2), одержимо різні величини погрішностей  $\Delta a$  й  $\Delta b$ , отже буде й погрішність перевищення  $\Delta h$ . При цьому погрішність  $\Delta a$  буде прагнути до нуля, тому що відстань  $l'_1$  на багато менше відстані  $l'_2$ . У цьому випадку погрішність  $\Delta b$  повністю ввійде у вимірюване перевищення.

Дана властивість дозволяє навіть не повірникам нівеліром здійснювати його самоперевірку.

### **Порядок виконання роботи**

Складається схема вимірів.

У лабораторії намічаються дві точки  $A$  і  $B$ .

Установлюється нівелір так, щоб відстані між нівеліром і точками  $A$  і  $B$  були однаковими.

Установлюється рейка в точку  $A$  і беруться відліки  $a_{\text{ЧОР}}$  і  $a_{\text{ЧЕР}}$ , контролюючи різницю п'ят, тобто обчислюючи різницю  $a_{\text{ЧЕР}} - a_{\text{ЧОР}}$ .

Установлюється рейка в точку  $B$  і беруться відліки  $b_{\text{ЧОР}}$  і  $b_{\text{ЧЕР}}$ , контролюючи різницю п'ят, тобто обчислюючи різницю  $b_{\text{ЧЕР}} - b_{\text{ЧОР}}$ .

Обчислюється перевищення  $h$ , рівне

$$h_{\text{ЧОР}} = a_{\text{ЧОР}} - b_{\text{ЧОР}}; h_{\text{ЧЕР}} = a_{\text{ЧЕР}} - b_{\text{ЧЕР}}, \quad (14)$$

якщо  $|h_{\text{ЧОР}} - h_{\text{ЧЕР}}| < |5|$  мм, то обчислюється їхнє середнє значення

$$h = 0.5(h_{\text{ЧОР}} + h_{\text{ЧЕР}})$$

Установлюється нівелір на мінімальній відстані від однієї із точок і аналогічно виміряти перевищення, одержавши величину  $h'$ .

Умова вважається виконаним якщо різниця  $|h - h'| < |5|$  мм; у противному випадку виконується юстировка.

Юстировка виконується в такий спосіб. При установці нівеліра в однієї із точок (станція 2, рис. 29) обчислюється відлік на далеку рейку, рівний  $X = a' - h$ , де  $a'$  - відлік по ближній рейці;  $h$  - перевищення, обмірюване із середини. Для рівних нівелірів, обчислений відлік  $X$  установлюється по рейці, обертаючи елевацийний гвинт; при цьому пухирець циліндричного рівня зійде з нуля пунк-

ту. Обертаючи юстіровочний гвинт рівня, приводиться пухирець рівня в нуль пункт. У нівелір з компенсатором, обертанням юстіровочних гвинтів сітки ниток (або обертанням спеціального гвинта) установлюється по рейці обчислений відлік  $X$ .

Результати вимірів записуються в журнал, форма якого наведена в табл. 10.

**Таблиця 10 - Журнал перевірок головної умови нівеліра**

№ станц	№ точок	Відліки по рейках		Перевіщення	
		Задні	Передні	Обчислені	Середні
<i>Нівелір на середині</i>					
	<i>A</i>	1245	1232	0007	
<i>I</i>		6027	6017	0010	0008
	<i>B</i>	4782	4785		
	<i>A</i>	0906	0896	0010	
<i>II</i>		5691	5680	0011	0010
	<i>B</i>	4785	4784		

Тому що  $h_1 h_2 < /5 \text{ мм}/$ , та умова виконана.

### **Звітні матеріали**

- схема вимірів;
- журнал вимірів.

#### **2.2.3 Вимір перевищень, визначення позначок точок**

##### **Завдання**

Від вихідного репера  $Rp1$  визначити позначки наступних точок:  $1$  - точка підлоги,  $2$  - сидіння,  $3$  - верх стола, рис.30.

##### **Початкові дані**

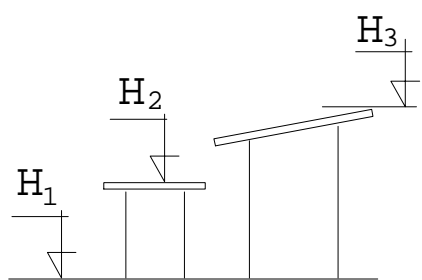
Репер  $Rp1$  (довільна точка підлоги), його позначка приймається по номері студентського квитка

$$H_{Rp1} = N(m) + n \text{ (см)},$$

де  $N$  номер студентського квитка;  $n$  число букв у прізвищі студента.

##### **Прилади й матеріали**

- 1) Нівелір НЗ.
- 2) Звітний зошит.



**Рис. 30 - Схема нівелірівних точок**

##### **Коментар**

Дане завдання застосовується при топографічних зйомках, у будівництві, при виконанні спеціальних робіт, що вимагають визначення висотного положення об'єктів.

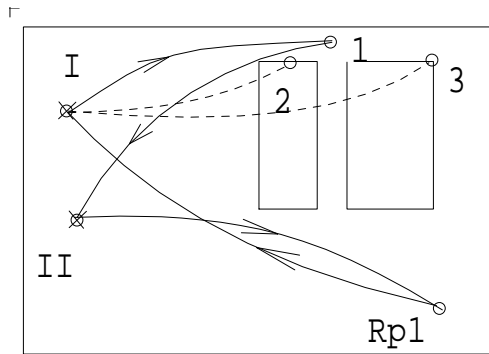
##### **Порядок виконання роботи**

Складається схема вимірів.

Намічаються в аудиторії точки репера  $Rp1$ ,  $1$ ,  $2$ ,  $3$ , згідно рис. 30, 31.

Установлюється нівелір на станцію I і приводиться в робоче положення.

Установлюється рейка на  $Rp1$  і беруться відліки  $a_{Rp}^Ч$ ,  $a_{Rp}^{ЧЕР}$  по чорній і червоній сторонах рейки, контролюючи різницю п'ят.



**Рис. 31 - Схема розміщення точок нівелювання**

Установлюється рейка на точку 1 і також беруться відліки  $b_1^ЧОП$ ,  $b_1^{ЧЕР}$  по чорній і червоній сторонах рейки, контролюючи різницю п'ят.

Послідовно встановлюється рейку на точках 2 і 3 і виробляються відліки  $c_i$  тільки по чорній стороні.

Обчислюється перевищення  $h$  по чорній і червоній сторонах рейки

$$h = a - b.$$

Перевіряється перевищення на відповідність допуску і якщо різниця перевищень,

отриманих по чорній і червоній сторонах рейки не перевищила 5 мм, те представляється нівелір на II станцію, приводиться в робоче положення; у протилежному випадку виміру повторюються.

Установлюється рейка на точку 1 і беруться відліки  $a_1^ЧОП$ ,  $a_1^{ЧЕР}$  по чорній і червоній сторонах рейки, контролюючи різницю п'ят.

Установлюється рейка на точку репера  $Rp1$ , і також беруться відліки  $b_{Rp}^ЧОП$ ,  $b_{Rp}^{ЧЕР}$  по чорній і червоній сторонах рейки, контролюючи різницю п'ят.

Обчислюються перевищення на другій станції

$$h = a - b.$$

Виробляється посторінковий контроль результатів обчислень. Для цього обчислюється: сума задніх відліків ( $\Sigma a$ ), і сума передніх відліків ( $\Sigma b$ ), сума обчислених перевищень ( $\Sigma h_{ВИР}$ ) і сума середніх перевищень ( $\Sigma h_{СЕРЕД}$ ). Контроль:  $\Sigma h_{ВИР} = \Sigma a - \Sigma b$ ;  $\Sigma h_{ВИР} = 2 \Sigma h_{СЕРЕД}$ .

Обчислюється нев'язання в перевищеннях

$$f_h = \Sigma h_{ВИР} \quad (15)$$

Допуск:  $f_{h_{ПРИП}} = 10\sqrt{n}$ , де  $n$  число станцій.

Якщо отримане нев'язання  $f_h$  перевищує встановлений допуск, виміри повторюються.

Обчислюються виправлення в перевищеннях,  $\delta_h = f_h/n$ , і виправлені перевищення

$$h_{ВИПР} = h_{ВИМ} + \delta_h, \quad (16)$$

Контроль:  $\Sigma h_{ВИПР} = 0$ .

Обчислюються позначки сполучних точок (точка 1)

$$H_1 = H_{Rp1} + h_{ВИПР} . \quad (17)$$

Для станції I по позначках задньої й передньої точок обчислюється позначка горизонту інструмента

$$H_{ГІ} = \frac{(H_A + a) + (H_B + b)}{2}. \quad (18)$$

Обчислюються позначки проміжних точок

$$H_c = H_{ГІ} - c_i, \quad (19)$$

де  $c_i$  - відлік по рейці на проміжній точці.

Результати вимірів і обчислень записуються в журнал, форма якого наведена в табл. 11.

**Таблиця 11 - Журнал нівелювання**

№ стан	№ точок	Відліки по рейках			Перевищення			Позначки	
		задній	передн.	проміж.	вирах.	середн.	випр.	ГІ	точок
	<i>Rp1</i>	1620	1645		0025	+1		121.160	<b>120.540</b>
1		642	6429		0027	0026	0025	121.160	
	1	4782	4784					<b>121.160</b>	120.515
	2			0680					121.480
	3			0110					122.050
	1	1595	1572		+0023	+1			120.515
2		6380	6355		+025	+0024	+0025		
	<i>Rp</i>	4785	4783						<b>120.540</b>
Контроль		15997	16001 4		4	2	0000		

$$f_h = 2\text{мм}, f_{h \text{ ПРИП}} = 10 \sqrt{2} = 14\text{мм}$$

### **Звітні матеріали**

- схема вимірів;
- журнал вимірів.

### **2.2.4 Нівелювання поверхні**

#### **Завдання**

Визначити позначки контрольних точок, розташованих на столах; згідно рис. 32.

#### **Прилади й матеріали**

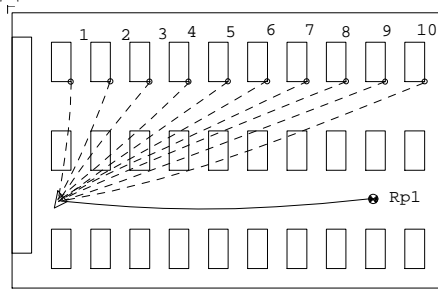
- 1) Нівелір НЗ.
- 2) Звітний зошит.

#### **Коментар**

Дане завдання застосовується при виконанні вертикального планування й контролі висотного положення поверхонь

#### **Початкові дані**

Репер *Rp1* (довільна точка підлоги), його позначка визначається по номері студентського квитка  $H_{Rp1} = N(m) + n(cm)$ , де  $N$  номер студентського квитка  $n$  число букв у прізвищі студента.



**Рис. 32 - Схема розміщення контрольних точок**  
**Порядок виконання роботи**

Складається схема вимірів, намітивши контрольні точки й вибравши місце розміщення репера *Rp1*.

Установлюється нівелір, таким чином, щоб відстань від найближчої контрольної точки бути більше 3 м.

Установлюється рейка на *Rp1* і беруться відліки  $a_{\text{ЧОР}}$ ,  $a_{\text{ЧЕР}}$  по чорній і червоній сторонах рейки, контролюючи різницю п'ят.

Послідовно встановлюється рейка на всі контрольні точки, виробляються відліки  $c_i$  по чорній стороні рейки.

Повторно встановлюється рейка на *Rp1*, беруться відліки  $b_{\text{ЧОР}}$ ,  $b_{\text{ЧЕР}}$  по чорній і червоній сторонах рейки, контролюючи різницю п'ят.

Обчислюється обрій інструмента

$$H_{\text{П}} = \frac{(H_A + a) + (H_B + b)}{2} \quad (20)$$

Обчислюється позначка  $H_i$  контрольних точок

$$H_i = H_{\text{Rp}} - c_i \quad (21)$$

де  $c_i$  - відлік по рейці в контрольних точках.

Результати вимірів і обчислень записуються в журнал, форма якого наведена в табл. 12.

**Таблиця 12 - Журнал нівелювання поверхні**

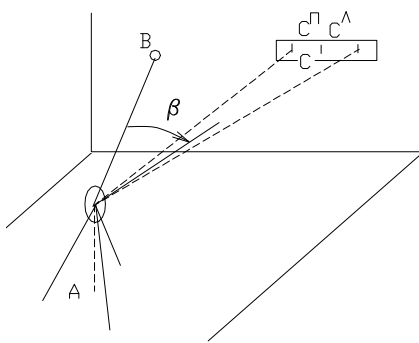
№ стан	№ точок	Відліки по рейках			Перевищення			Позначки	
		задній	перед.	пром	вирах.	серед	випр.	ПІ	точок
	<i>Rp1</i>	1620	1621		0001			121.160	<b>120.540</b>
1		642	6403		0001	0001	0000	121.161	
	<i>Rp1</i>	4782	4782					<b>121.160</b>	<b>120.540</b>
	1			0660					120.500
	2			0640					120.520
	3			0634					120.526
	4			0654					120.506
	5			0648					120.512
	6			0657					120.503
	7			0661					120.499
	8			0659					120.501
	9			0642					120.518
	10			0647					120.513

$$f_h = 1 \text{ мм}, f_h^{\text{ПРИП}} = 10\sqrt{1} = 10 \text{ мм}$$

**Звітні матеріали**

- схема вимірів;
- журнал вимірів.

## 2.3 Лабораторні роботи з теми: "Інструментальне рішення геодезичних завдань у будівництві"



**Рис. 33 - Винос проектного кута**

### 2.3.1 Винос проектного кута

#### Завдання

Від вихідного напрямку  $AB$  виконати розбивку проектного кута  $\beta$  способом прийомів.

#### Коментар

Дане завдання застосовується при виконанні розмічувальних робіт у будівництві.

#### Початкові дані

Кут  $\beta$  задає викладач.

#### Прилади й матеріали

- 1) Нівелір НЗ.
- 2) Звітний зошит.

#### Порядок виконання роботи

Згідно рис. 33 складається схема вимірів. Установлюється теодоліт у точку  $A$ , приводиться в робоче положення. При колі ліво наводиться труба теодоліта на опорну точку  $B$  і береться відлік  $O_B^{ЛЕВ}$  по горизонтальному колу.

Обчислюється проектний відлік  $O_C^{ЛІВ}$  рівний

$$O_C^{ЛІВ} = O_B^{ЛІВ} + \beta. \quad (22)?$$

Установлюється обчислений відлік  $O_C^{ЛІВ}$  на лімбі горизонтального круга й по отриманому напрямку закріплюється точка  $C'$  (в умовах лабораторії напрямок закріплюється вертикальною рисою, яка виконана олівцем на дошці або на спеціальному екрані. Категорично забороняється робити мітки на стінах і панелях).

Відкріплюється лімб і розвертається труба теодоліта на невеликий кут, (приблизно  $15^\circ$ ), потім лімб закріплюється.

Переводиться труба через zenit і аналогічно першому напівприйому, виконується вимір при колі право, одержавши відлік  $O_B^{ПРАВ}$ , обчисливши проектний відлік  $O_C^{ПРАВ}$  і закріпивши проектну точку  $C''$ .

Закріплюється на дошці середню точку між точками  $C'$  і  $C''$ , що і буде шуканою точкою  $C$ .

Виміряється отриманий кут способом прийомів.

Результати вимірів записуються в журнал, форма якого наведена в табл.

13.

**Таблиця 13 - Винос проектного кута**

Тчк устан. теодту	Точка візування	Відлік по горизонтальному колу	Горизонтальний кут	Середній кут
		<i>Винос проектного кута</i>		
	$B$	120 25.0		
$A$ кл			<b><u>19 36.5</u></b>	
	$C$	140 01.5		



### Продовження таблиці 13

Тчк устан. теодол	Точка візування	Відлік по горизонтальному колу	Горизонтальний кут	Середній кут
	<i>B</i>	12 41.5		
<i>Акп</i>			<b><u>19 36.5</u></b>	
	<i>C</i>	32 18.0		
<i>Вимір винесеного кута</i>				
	<i>B</i>	257 36.5		
<i>Акл</i>			19 37.5	
	<i>C</i>	237 59.0		
	<i>B</i>	11 02.5		19 37.0
<i>Акп</i>			19 36.5	
	<i>C</i>	301 26.0		

### Звітні матеріали

- схема вимірів;
- журнал вимірів;
- шукана винесена на екран або дошку точка.

### 2.3.2 Винос проектної позначки

#### Завдання

Від вихідного репера  $R_{p1}$  виконати розбивку проектної точки  $Z$  на торці стола, що має проектну Позначку  $H_C$ ; зробити контрольні виміри.

#### Коментар

Дане завдання застосовується при виконанні розмічувальних і монтажних робіт.

#### Прилади й матеріали

- 1) Нівелір НЗ.
- 2) Звітний зошит.

#### Початкові дані

$H_{Rp1}$  (береться з попередніх завдань),  $H_C = H_{Rp1} + 0.560\text{м}$ .

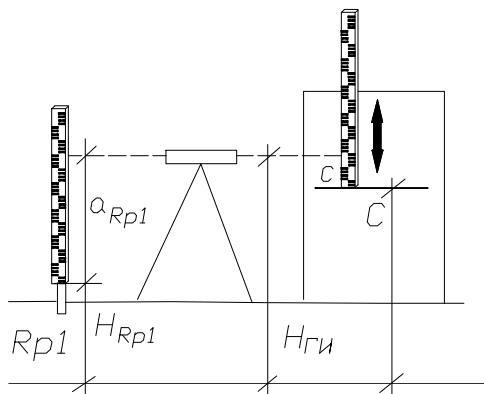
#### Порядок виконання роботи

На основі рис. 34 складається схема вимірів.

Намічається на підлозі точка репера.

Установлюється нівелір, приводиться в робоче положення.

Установлюється рейка на точку репера й беруться відліки  $a_{Rp}^{ЧОР}$ ,  $a_{Rp}^{ЧЕР}$  по чорній і червоній сторонах рейки, контролюючи різницю п'ят.



**Рис. 34 - Винос проектної позначки**

Обчислюються позначки горизонту інструмента

$$H_{\Gamma I}^{ЧОР} = H_{Rp1} + a_{Rp1}^{ЧОР};$$

$$H_{\Gamma I}^{ЧЕР} = H_{Rp1} + a_{Rp1}^{ЧЕР}$$
(23)

Контроль  $H_{\Gamma I}^{ЧЕР} - H_{\Gamma I}^{ЧОР} = p$ ,

де  $p$  – постійна рейки, допуск  $\pm 5$ мм.

Обчислюються проектні відліки  $c^{ЧОР}$  і  $c^{ЧЕР}$

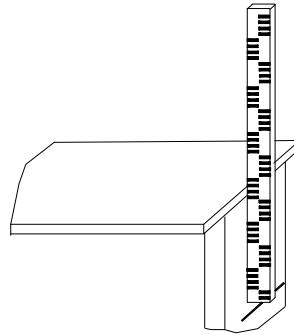
$$c^{ЧОР} = H_C + H_{\Gamma I}^{ЧОР};$$

$$c^{ЧЕР} = H_C + H_{\Gamma I}^{ЧЕР}$$
(24)

Контроль  $c^{ЧЕР} - c^{ЧОР} = p$ ,

де  $p$  – постійна рейки, допуск  $\pm 5$ мм.

Приставивши рейку до торця стола, рис.35, і переміщаючи її по вертикалі, попередньо навівши на неї нівелір, домагаються, щоб відліки по рейці були рівні обчисленим проектним відлікам  $c^{ЧОР}$  і  $c^{ЧЕР}$  (отже, ця операція виконується двічі по чорній і червоній сторонах рейки). По п'яті рейки проводиться лінія. Остаточною лінією, що характеризує шукану точку із заданою оцінкою, буде лінія, проведена посередині між, лініями, отриманими по чорній і червоній сторонах рейки.



**Рис. 35 - Схема установки рейки при виносі проектної позначки**

Виробляються нівелювання отриманої точки, виконавши виміру по чорній і червоній сторонах рейки.

Результати вимірів і обчислень записуються в журнал, форма якого наведена в табл. 14.

**Таблиця 14 - Винос проектної позначки**

№ станц.	№№ точок	Відліки по рейках			Перевищення			Позначки	
		задній	передн.	про-між.	вир.	средн	випр.	ГІ	точок
	<i>Rp1</i>	1210	0650					121660	<b>120.450</b>
1		5995	5435					126445	
	<i>C</i>	4785	4785					<b>4785</b>	<b>121.010</b>
		<i>Контрольні виміри</i>							
	<i>Rp1</i>	1352	0794		+055 8				<b>120.450</b>
2		6133	5577		+055 6	+0557			
	<i>C</i>	4781	4783						121.007

## **Звітні матеріали**

- схема вимірів;
- журнал вимірів;
- точка, винесена на проектну Позначку.

### **2.3.3 Винос лінії заданого ухилу**

#### **Завдання**

Винести на торцях столів лінію з ухилом рівним  $i$  способами горизонтального й похилого променів.

#### **Прилади й матеріали**

- 1) Нівелір НЗ.
- 2) Звітний зошит.

#### **Коментар**

Дане завдання застосовується при виконанні вертикального планування поверхні й при спеціальних монтажних роботах.

#### **Початкові дані**

Проектний ухил  $i = 0.015$ . Початкова точка береться довільно на торці першого стола на відстані порядку 0.3м від підлоги.

#### **Порядок виконання роботи**

##### **Спосіб горизонтального променя**

Згідно схеми, наведеної на рис. 36, намічаються на торцях столів контрольні точки (6 8 точок).

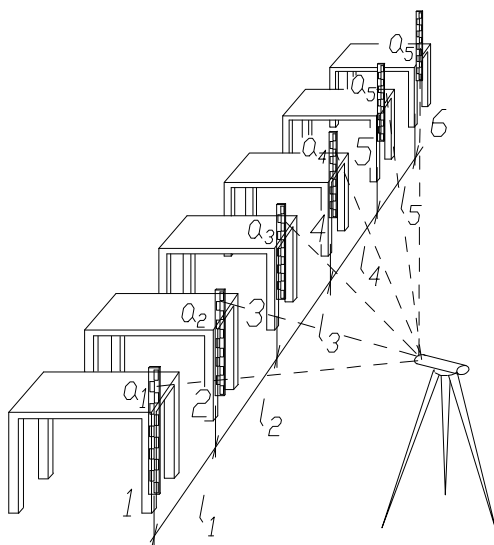
Складається схема вимірів.

Установлюється нівелір на відстані не менш 3 м від найближчої контрольної точки.

Вимірюються відстані  $l_i$  між точками.

Установлюється рейка на точку 1 і береться відлік  $a_1$  по чорній стороні рейки.

Обчислюються проектні відліки  $a_j$  для кожної контрольної точки, використовуючи наведені формули:



**Рис.36 - Схема виносу лінії заданого ухилу способом горизонтального променя**

$$h_j = l_j i ; \quad (25)$$

$$a_j = a_j l + h_j. \quad (26)$$

Послідовно встановлюючи рейку на кожну контрольну точку, навівши на неї трубу нівеліра й переміщаючи рейку по вертикалі, домагаються, щоб відлік по рейці був дорівнює обчисленому проектному відліку  $a_j$ , по п'яти рейки проводиться лінія, що і буде частиною шуканої проектної лінії.

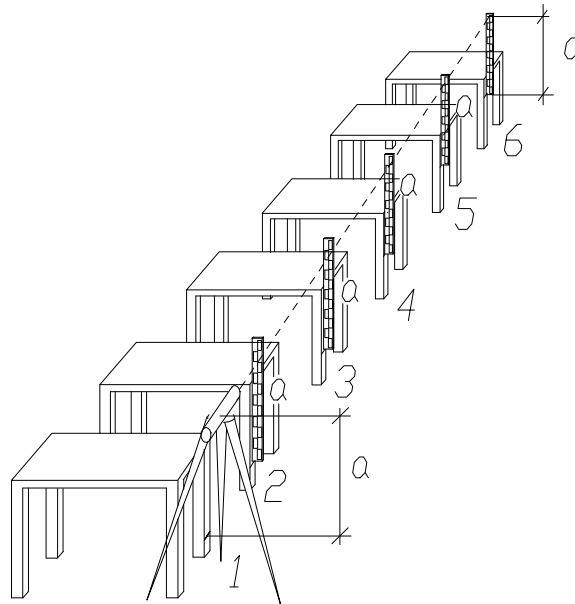
### **Спосіб похилого променя**

Установлюється нівелір над точкою 1, рис. 37.

Виміряється відстань  $a$  по вертикалі від точки 1 до візирної осі нівеліра.

Установлюється рейка на останню контрольну точку.

Обертаючи піднімальні гвинти нівеліра, наводиться труба нівеліра на рейку, Установлюється відлік дорівнює величині  $a$ .



**Рис. 37 - Схема розбивки лінії заданого ухилу способом похилого променя**

Послідовно, установлюючи рейку на кожну контрольну точку й переміщаючи її по вертикалі, домагаються, щоб відлік по рейці був дорівнює величині  $a$ , на торці стола по п'яти рейки проводиться лінія.

Виміряється величини  $d_i$  розбіжностей між мітками, отриманими при першій і другій установках нівеліра.

Виконується позначка точності роботи, зрівнявши результати двох способів

$$m = \sqrt{\frac{\sum d^2}{2n-1}}, \quad (27)$$

де  $d$  - відстань між мітками, отриманими при двох способах вимірів;  
 $n$  - число точок.

Результати вимірів і обчислень записуються в журнал, форма якого наведена в табл. 15.

**Таблиця 15 - Розрахунок проектних відліків для виносу лінії заданого ухилу**

№ тчк	Відстані	Проектний ухил	Перевищення	Відліки по рейці	$d_i$	$d_i^2$
1				1210	0	
	3000	0.015	+0045			
2				1165	2	4
	3000	0.015	+0045			
3				1120	4	16
	3000	0.015	+0045			
4				1075	1	1
	3000	0.015	+0045			
5				1030	3	9
	3000	0.015	+0045			
6				0985	0	

$\Sigma = 30$

$$m = \sqrt{\frac{30}{8-1}} = 2.1 \text{ мм}$$

**Звітні матеріали**

- схема вимірів;
- журнал вимірів;
- винесена лінія заданого ухилу.

**2.3.4 Визначення прямолінійності**

**Завдання**

Визначити прямолінійність ряду столів.

**Коментар**

Дане завдання застосовується при виконанні виконавчих зйомок, монтажі встаткування, зйомці підкранових колій і ін.

**Прилади й матеріали**

- 1) Теодоліт Т30.
- 2) Звітний зошит.

**Порядок виконання роботи**

38. Намічаються контрольні точки й складається схема вимірів, згідно рис.

Установлюється теодоліт на відстані порядку 0.6 - 1.0 м від контрольної точки 1.

Виміряється відстань  $a_1$  від теодоліта до першої контрольної точки.

38. Установлюється горизонтально рейка на останню контрольну точку, рис.

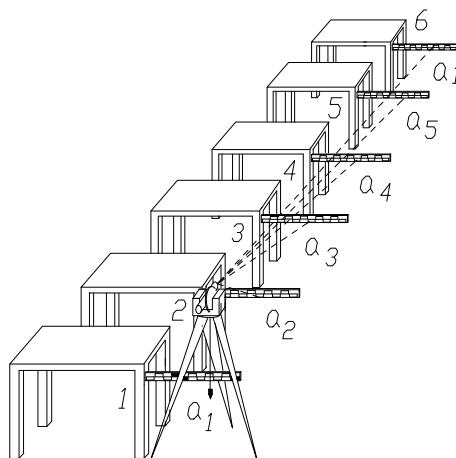
Наводиться труба теодоліта на рейку на відлік рівний  $a_1$

Обертаючи трубу теодоліта тільки у вертикальній площині послідовно встановлюючи рейку на кожну контрольну точку, беруться відліки  $a_i$  на кожній контрольній точці.

Обчислюються величини  $\Delta_i$ , відхилень від прямої лінії

$$\Delta i = a_1 - a_i \quad (28).$$

Складається схема відхилень (використовуючи схему вимірів).



**Рис. 38 - Схема вимірів прямолінійності**

Результати вимірів і обчислень записуються в журнал, форма якого наведена в табл. 16.

**Таблиця 16 - Результати виміри прямолінійності**

№ тчк	Відстані	Відліки по рейці	Відхилення від прямої	Схема відхилень
1		0680	0	
	3000			
2		0695	15	
	3000			
3		0700	20	
	3000			
4		0635	45	
	3000			
5		0672	2	
	3000			
6		0680	0	

### **Звітні матеріали**

- схема вимірів;
- журнал вимірів.

### **2.3.5 Визначення висоти споруджень**

#### **Завдання**

Визначити висоту аудиторії за допомогою теодоліта.

#### **Прилади й матеріали**

- 1) Теодоліт Т30.
- 2) Звітний зошит.

### Коментар

Дане завдання застосовується при виконанні виконавчих зйомок, при передачі позначок на високі спорудження, коли традиційні методи геометричного нівелювання не ефективні.

### Порядок виконання роботи

Складається схема вимірів. Установлюється теодоліт на відстані порядку 8м від стіни аудиторії, рис, 39.

Намічаються вгорі й унизу стіни дві чіткі точки *A* і *B*.

Установлюється рейка на точку *B* і вимірюється теодолітом далекомірна відстань *S*.

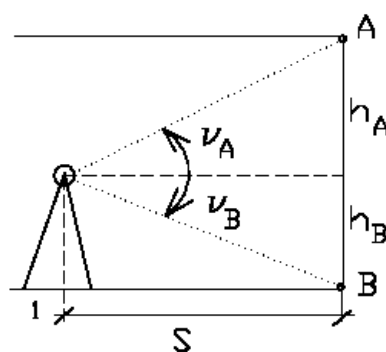
При двох положеннях теодоліта (*КЛ* і *КП*) вимірюються вертикальні кути на точки *A* і *B*, контролюючи значення місце нуля вертикального круга. Якщо різниця значень місце нуля, отриманих при вимірах на точки *A* і *B* перевищують *1'* виміри повторюються.

Обчислюється висоту стіни

$$H = Stg(v_A - v_B), \quad (29)$$

де *S* – далекомірна відстань;

$v_A, v_B$  - відповідно вертикальні кути на точки *A* і *B*.



**Рис. 39 - Визначення висоти спорудження**

Результати вимірів і обчислень записуються в журнал, форма якого наведена в табл. 17.

**Таблиця 17 - Визначення висоти спорудження**

Тчк. устан. теодоліт	Точка візирів	Відстань	Відлік по вертикальн кругу	МО	Кут нахилу	Тангенс кута нахилу	Висота, м
1	А кл	10.20	+ 9 09	+ 1	+ 9 08	0.1608	1.64
1	А кп	10.20	9 07				
1	У кл	10.20	8 08	+ 1	8 09	0.1432	1.64
1	У кп	10.20	+ 8 10				
						0.3040	3.10/3.10

### Звітні матеріали

- схема вимірів;
- журнал вимірів.

## **3 ПРАКТИЧНІ РОБОТИ**

### **3.1 Вивчення топографічних карт і умовних знаків**

#### ***Завдання***

Вивчити структуру топографічних карт, замалювати в робочому зошиті зарамкове оформлення карт, звернувши увагу на координатні сітки.

Вивчити умовні знаки.

По заданому викладачем маршруту скласти схему; указавши на ній: структуру рельєфу; пересічні об'єкти, об'єкти, розташовані на відстані 1см у масштабі карти; привести на схемі числові характеристики топографічних об'єктів.

#### ***Прилади й матеріали***

- 1) Топографічна карта.
- 2) Звітний зошит.

#### ***Коментар***

Топографічні карти є одним з найбільш ємних джерел інформації, що використовується для рішення технічних і економічних завдань при проектуванні й будівництві об'єктів. По топографічних картах можна одержати наступну інформацію:

- 1) просторове положення й розміри об'єктів;
- 2) площі вгідь;
- 3) обсяги земляних мас;
- 4) витрати й інші технічні параметри водойм;
- 5) технічні характеристики інженерних споруджень;
- 6) екологічні характеристики;
- 7) транспортні, житлові характеристики;
- 8) адміністративні характеристики та інше;

Додатково є можливість одержати цілий ряд непрямих параметрів, наприклад, ухили, водозбірні площі, обсяги лісу, сільськогосподарські параметри, ступінь впливу об'єктів на навколишнє середовище, санітарні умови й багато інших параметрів соціального, економічного, технічного, військового характеру. Сучасний інженер повинен уміти одержувати цю інформацію.

#### ***Початкові дані***

- топографічна карта масштабу 1:25000, видавана викладачем;
- маршрут на карті довжиною порядку 10 - 15см у масштабі карти, видаваний викладачем.

#### ***Порядок виконання роботи***

У робочому зошиті викреслюється ескіз зарамкового оформлення топографічної карти, звернувши особливу увагу на географічні й прямокутні сітки координат, рис. 40.

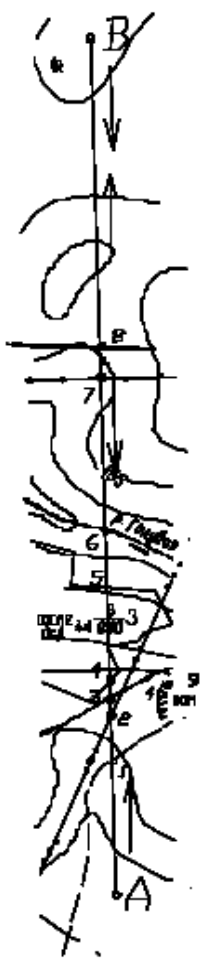
На маршруті, заданому викладачем, намічаються топографічні об'єкти і їхні границі, вивчається рельєф, числові характеристики й умовні знаки (при роботі з картою не допускається креслити на ній олівцем або ручкою).

У робочому зошиті відтворюється на око вісь маршруту, прийнявши приблизний масштаб, він найбільше часто може бути 1:2 або 1:1.



На лінію маршруту із плану переносяться всі елементи ситуації, стрілками показуються напрямки ухилів і перемальовуються горизонталі, рис. 41.

Нумеруються всі елементи ситуації й дається їм характеристика.



- 1 - польова дорога;
- 2 - лінія електропередачі;
- 3 - ґрунтова дорога;
- 4 - 5 ліс змішаний (сосна береза, порівн. висота 5м, порівн. діаметр 0.1м, середня відстань між деревами 3м);
- 6 - р. Блакитна;
- 7 - повітряна лінія зв'язку;
- 8 - ґрунтова дорога;
- 9-9- кам'яний кар'єр глибиною 4м.

Рис. 41 -  
Схема маршруту

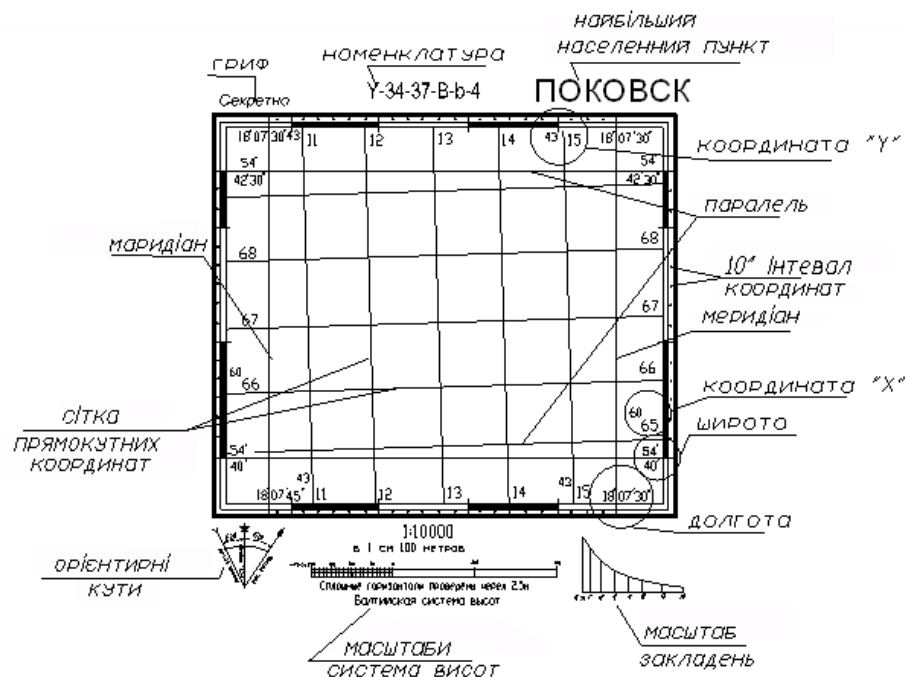


Рис. 40 - Зарамкове оформлення топографічних карт  
*Звітні матеріали*

- схема зарамкового оформлення.
- схема маршруту.
- характеристика топографічних об'єктів.

### 3.2 Визначення площі ділянки полярним планіметром

#### *Завдання*

Визначити площа ділянки за допомогою полярного планіметра.

#### *Прилади й матеріали*

- 1) Топографічна карта.
- 3) Полярний планіметр
- 3) Звітний зошит.

### Коментар

Дане завдання застосовується при рішенні завдань на картах по визначенню водозбірних площ, обсягів земляних мас і інших завдань, де потрібне знання площі з точністю порядку 3% - 5%.

За допомогою стрижня й втулки 1 з'єднані два важелі полярний 4 і обвідної 2, рис. 42.

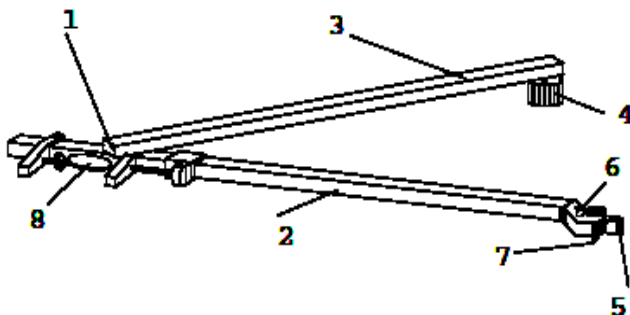


Рис. 42 - Полярний планіметр

Обвідної важіль має: рукоятку 5, лупу 6 і обвідної індекс 7. Відлік здійснюється за допомогою відлікового пристрою 8. Поліусом планіметра є голка, закріплена в нижній частині вантажу 4. Площа ділянки, рис. 43, визначається по формулі

$$F = K(O_{\text{поч}} - O_{\text{кін}}), \quad (30)$$

де  $O_{\text{поч}}, O_{\text{кін}}$  - відліки по звітному пристрої планіметра в точці  $A$  в початку й наприкінці обводу обвідним важелем вимірюваного контуру;

$K$  - ціна розподілу планіметра.

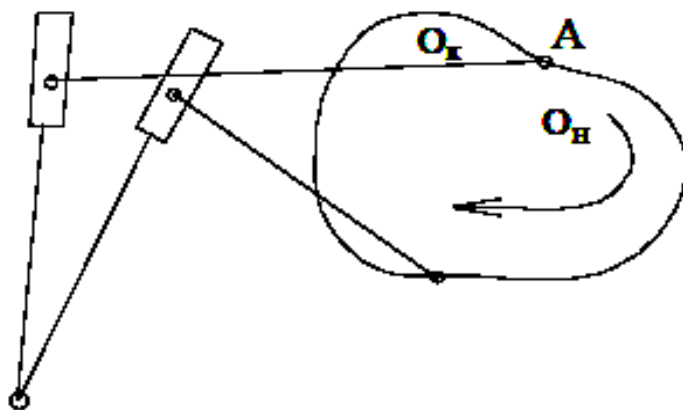


Рис. 43 - Вимір площі полярним планіметром

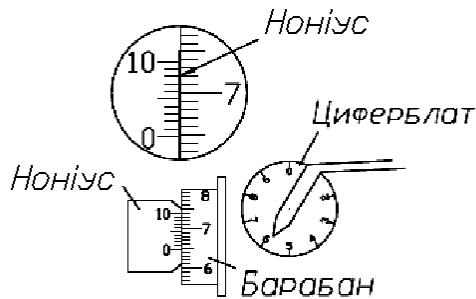
Для визначення ціни розподілу планіметром вимірюється ділянка з відомою площею, наприклад, площа квадрата координатної сітки, значення ціни розподілу планіметра буде дорівнює:

$$K = \frac{F_0}{O'_{\text{кін}} - O'_{\text{поч}}}, \quad (31)$$

де  $F_0$  - площа квадрата координатної сітки;

$O'_{\text{кін}}, O'_{\text{поч}}$  - відліки по звітному пристрої планіметра на початку й наприкінці обводу периметра квадрата координатної сітки.

Відліковий будова планіметра, рис. 44, складається із трьох складових частин: циферблат, барабан і ноніус. Циферблат оцифрований від 0 до 9, ціна розподілу 1. Відліковим індексом є спеціальна загострена металева пластина. Барабан оцифрований від 0 до 9, ціна розподілу барабана 0.1. Відліковим індексом барабана є 0 ноніуса. Ноніус має десять розподілів, які пронумеровані від 0 до 10.



**Рис. 44 - Відлікові пристрої планіметра**

Відлік по планіметрі складається із чотирьох знаків. Перший знак відлічується по циферблаті. Згідно рис. 44 відлік по циферблаті дорівнює 5.8, де цифра «5» точна, цифра «8» наближена. Наближена друга цифра уточнюється по барабані. Відлік по барабані, щодо нуля ноніуса, дорівнює 64 і 8 остання цифра взята на око. Ця цифра уточнюється по ноніусі, визначивши який розподіл ноніуса збіжиться з роз-

поділом барабана. На рис. 44 це 8 розподіл. Таким чином, загальний відлік дорівнює 5648. При узятті відліків варто врахувати, що при переході барабана через звіт 999 до загального відліку додається один розряд. Наприклад, якщо перший відлік був 8782, після переміщення відлікового індексу барабан пройшов величину 999, то відлік буде дорівнює, наприклад, 10312, а не 0312, як це показують відлікові пристрої.

#### **Порядок виконання роботи**

Виміри виконуються у два етапи. На першому етапі визначається ціна розподілу планіметра, на другому безпосередньо площа ділянки.

На плані вибирається квадрат координатної сітки, найближчий до вимірюваної ділянки, і намічаються на контурі даного квадрата початкову точку *A*.

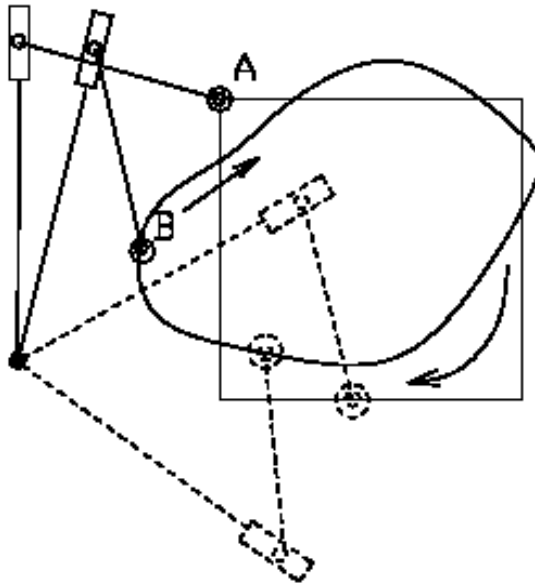
На контурі вимірюваної ділянки намічається початкова точка, наприклад точку *B*.

Установлюється планіметр таким чином, щоб його обвідної індекс міг пройти по контурах таріровочній координатної сітки й по контурі вимірюваної ділянки, рис. 45.

Сполучається обвідної індекс із точкою *A* і виробляється відлічування по відліковому пристрої, відлік ( $O^A_{Поч}$ )'.

Акуратно проводиться обвідної індекс по периметрі квадрата й сполучається він знову із точкою *A*. Виробляється відлічування по відліковому пристрої, відлік ( $O^A_{Кін}$ )'.

Піднімає відлікова частина планіметра, не змінюючи положення полюса, повертається барабан, змінивши його відлік, і повторно виконується виміру по периметрі квадрата, одержавши відліки ( $O^A_{Поч}$ )'' і ( $O^A_{Кін}$ )''.



**Рис. 45 - Вимір площі**

Обчислюються різниці

$$\begin{aligned}\Delta A' &= (O^A_{КIH})' - (O^A_{КIH})'; \\ \Delta A'' &= (O^A_{КIH})'' - (O^A_{КIH})''.\end{aligned}$$

Контролюються отримані різниці по наведеному припуску

$$\left| \frac{\Delta A' - \Delta A''}{\Delta A' + \Delta A''} \right| \leq \frac{1}{500}, \quad (32)$$

якщо умова виконана, то обчислюється середня різниця відліків

$$\Delta A = \frac{\Delta A' + \Delta A''}{2}. \quad (33)$$

У протилежному випадку виміру повторюються.

Аналогічно виконуються виміри по вимірюваному контурі, одержавши дві пари відліків  $(O^B_{Поч})'$ ,  $(O^B_{КIH})'$  і  $(O^B_{Поч})''$ ,  $(O^B_{КIH})''$ , обчислюються різниці

$$\begin{aligned}\Delta B' &= (O^B_{КIH})' - (O^B_{КIH})'; \\ \Delta B'' &= (O^B_{КОН})'' - (O^B_{КОН})''.\end{aligned}$$

Контролюються отримані різниці по наведеному допуску

$$\left| \frac{\Delta B' - \Delta B''}{\Delta B' + \Delta B''} \right| \leq \frac{1}{500}, \quad (34)$$

якщо умова виконана, то обчислюється середня різниця відліків

$$\Delta B = \frac{\Delta B' + \Delta B''}{2}. \quad (35)$$

У протилежному випадку виміру повторюються.

Обчислюється ціна розподілу планіметра

$$K = \frac{F_0}{\Delta A}, \quad (36)$$

де  $F_0$  - площа таріровочного квадрату (квадрата координатної сітки);

$\Delta A$  - середня різниця відліків при таріровці планіметра.

Обчислюється площа ділянки

$$F = K \Delta B, \quad (37)$$

де  $K$  - ціна розподілу планіметра;

$\Delta B$  - середня різниця відліків при безпосередньому вимірі площі ділянки.

Результати вимі-

рів і обчислень записуються в таблицю, форма якої наведена в табл. 18.

**Таблиця 18 - Журнал виміру площі планіметром**

№ вим	Відліки по планіметру		Різниця відліків	Середня різниця	Віденосна похибка.	Ціна розподілу	Площа
	початковий	кінцевий					
<i>Визначення ціни розподілу планіметра</i>							
1	0369	9764	9395	9384	1/816	1.0656	10000
2	1289	8083	9372				
			$\Delta = 23$				
<i>Визначення площі</i>							
3	2312	10023	7711	7720	1/908	1.0656	8226
	1465	9193	7728				
			$\Delta = 17$				

### **Звітні матеріали**

- план з ділянкою, з вимірюваною площею;
- журнал виміру площі.

### **3.3 Аналітичне визначення площі ділянки**

#### **Завдання**

Визначити площа ділянки по координатах кутів його границь.

#### **Прилади й матеріали**

- 1) Топографічна карта.
- 3) Калькулятор
- 3) Звітний зошит.

#### **Коментар**

Аналітичний спосіб визначення площ застосовується при рішенні питань, пов'язаних з обліком і виділенням границь землекористувань. Цій спосіб реалізується в ЕОМ у функціях визначення площ.

Аналітичне обчислення площі здійснюється по формулі:

$$F = \frac{1}{2} \sum X_i (Y_{i-1} - Y_{i+1}) = \frac{1}{2} \sum Y_i (X_{i+1} - X_{i-1}), \quad (38)$$

де  $X_i, Y_i$  - поточні координати.

#### **Порядок виконання роботи**

Складається розрахункова схема, зразок якої наведений на рис. 46.

На плані намічаються кути площадки, і визначаються графічно координати її кутів.

Певні за планом координати вписуються в розрахункову схему.

Уписуються координати кутів ділянки в розрахункову таблицю, форма якої наведена в табл. 19 і обчислюється площа.

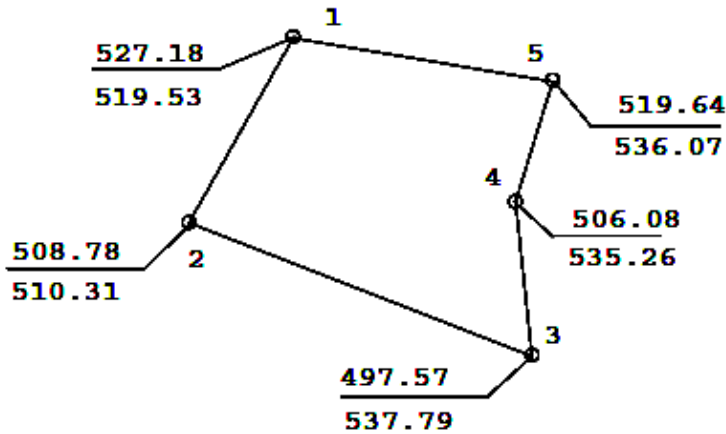


Рис. 46 - Розрахункова схема обчислення площі

Таблиця 19 - Аналітичний розрахунок площі

№ точки	Координати, м		Різниця координат, м		$X_i(Y_{i-1} - Y_{i+1})$	$X_i(Y_{i-1} - Y_{i+1})$
	$X_i$	$Y_i$	$X_{i-1} - X_{i+1}$	$Y_{i-1} - Y_{i+1}$		
1	527.18	519.53				
2	508.78	510.31	29.61	18.26	15110.279	9290.323
3	497.57	537.79	2.70	24.95	1452.033	12414.371
4	506.08	535.26	22.07	1.72	11813.188	870.458
5	519.64	536.07	21.10	15.73	11311.077	8173.937
1	527.18	519.53	10.86	25.76	5642.096	13580.156

$$\Sigma = \frac{919.857}{459.928} \quad \frac{919.857}{459.928}$$

Як видно з табл. 18, процес обчислення площі аналітичним методом вимагає певних витрат, значно прискорити обчислення можливо застосовуючи ЕОМ, блок-схема програми для обчислення площі наведена на рис.47.

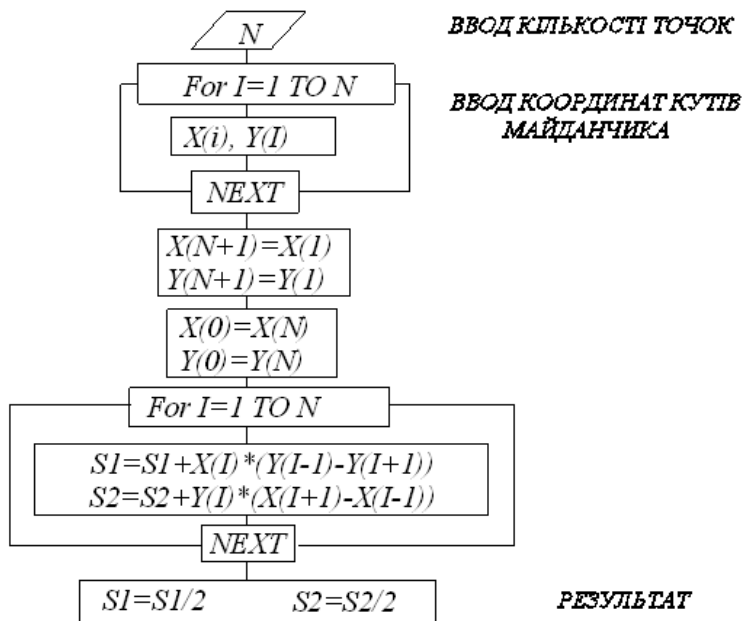


Рис.47 - Блок-схема програми обчислення площі

## Звітні матеріали

- розрахункова схема;
- відомість розрахунку площі.

### 3.4 Підбор топографічних матеріалів (номенклатура)

#### Завдання

Скласти схему разграфки планшетів великомасштабних топографічних планів масштабів 1:5000 1:500 ділянки земної поверхні населеного пункту *N*.

#### Початкові дані

Назва населеного пункту, видавана викладачем. Топографічна карта масштабу 1:25000 з вихідним населеним пунктом.

#### Прилади й матеріали

- 1) Топографічна карта.
- 2) Звітний зошит.

#### Коментар

Однієї з розповсюджених завдань проектування є підбор топографічних карт різного масштабу й різних районів. Допустимо, необхідно підібрати топографічні карти для проектування підприємства, розташованого в районі с. Молодове Чугуївського району Харківської обл. По карті масштабу 1:1000000 визначаються географічні координати  $\varphi_A$ ,  $\lambda_A$  даного населеного пункту. За результатами визначення координат маємо:

$$\varphi_A = 50^\circ 02' 26'', \lambda_A = 36^\circ 46' 09''.$$

Топографічні карти, залежно від масштабу й зображуваного району мають свій шифр (номенклатуру). Основою разграфки карт є карти масштабу 1:1000000. Кожний аркуш карти цього масштабу має розмір по довготі  $6''$ , а по широті  $4''$ , рис. 48.

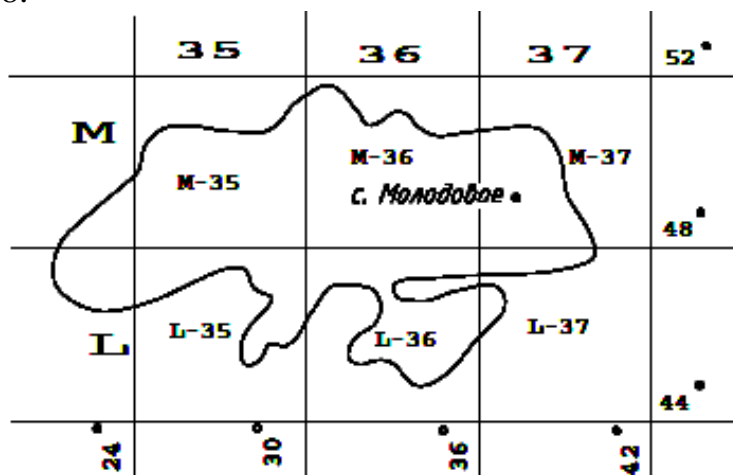


Рис. 48 - Разграфка аркушів карти масштабу 1:1000000

Шифр карти масштабу 1:1000000 утвориться номерами колон і індексами рядів. Колони нумеруються із заходу на схід через  $6''$ , починаючи від  $180^\circ$  меридіан. Таким чином, номер колони  $K$  може бути визначений по формулі

$$K = 31 + \frac{\lambda_0}{6}, \quad (39)$$

де  $\lambda_0$  - довгота найближчого до заданої точки меридіана, довгота якого кратна  $6^\circ$ .

При  $\lambda = 36^\circ 46'$ ,  $\lambda_0 = 36^\circ$ , одержимо  $K = 37$ .

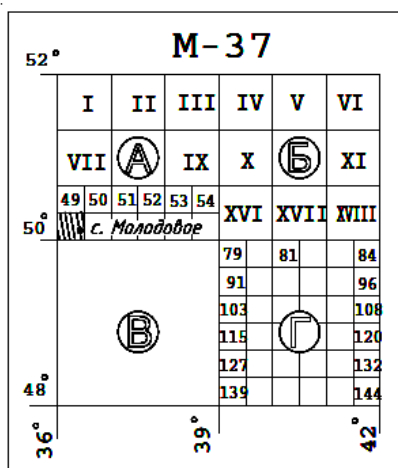
Ряди позначаються латинськими буквами, їхній рахунок ведеться з екватора через  $4^\circ$  по широті. Порядковий номер індексу ряду обчислюється по формулі

$$R = \frac{\varphi}{4}, \quad (40)$$

де  $\varphi$  - значення широти шуканої точки.

При  $\varphi = 50^\circ 02'$ , одержимо  $R = 12$ . Порядковому номеру 12 відповідає латинська буква *M*. Отже, аркуш топографічної карти масштабу 1:1000000 на якому розташований населений пункт с. Молодове буде мати номенклатуру М-37.

У границях аркуша карти масштабу 1:1000000 розміщуються чотири аркуші карти масштабу 1:500000, кожний аркуш якої позначається заголовними буквами російського алфавіту, рис.49.



**Рис. 49 - Разграфка аркушів карти масштабів 1:500000, 1:200000, 1:100000**

Таким чином, с. Молодове буде розташовано на аркуші карти масштабу 1:500000, яка має номенклатуру М-37-А.

Аналогічно, у границях аркуша карти масштабу 1:1000000 розміщуються 36 аркушів карт масштабу 1:200000 (позначаються римськими цифрами) або 144 аркуша карт масштабу 1:100000 (позначаються арабськими цифрами). Щоб з'ясувати на якому аркуші карти перебуває заданий населений пункт необхідно визначити координати границь аркушів. Розміри аркушів карт у кутовій мері і їхній номенклатурі наведені в табл.20.

**Таблиця 20 - Розміри рамок планшетів**

Масштаб	Номенклатура	Розміри рамок, $^\circ, ', ''$	
		по широті	по довготі
1:1000000	М-37	$4^\circ$	$6^\circ$
1:500000	М-37-А	$2^\circ$	$3^\circ$
1:200000	М-37-ХVIII	$40'$	$60'$

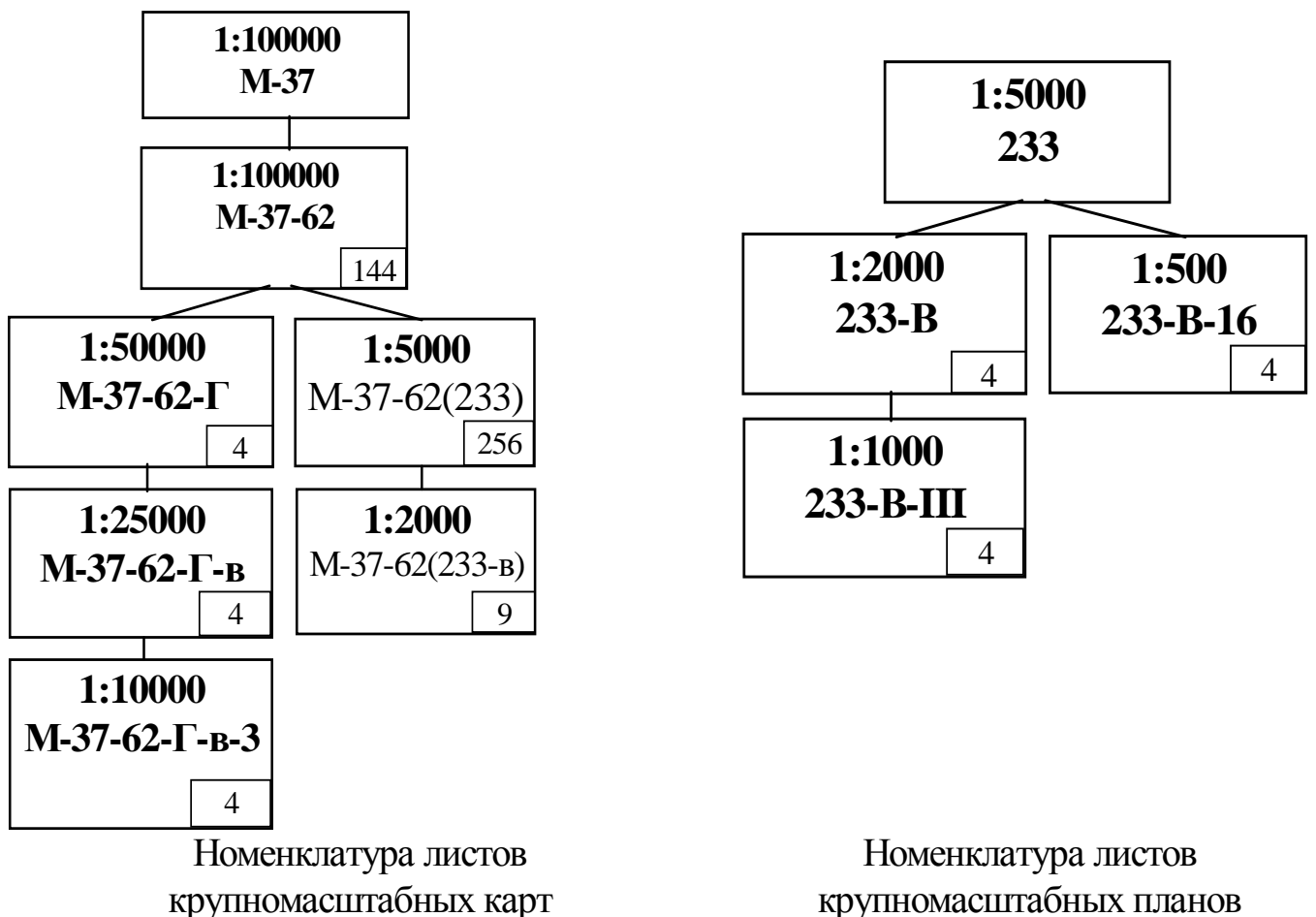


**Продовження таблиці 20**

Масштаб	Номенклатура	Розміри рамок, °, ', "	
		по широті	по довготі
1:100000	М-37-62	20'	30'
1:50000	М-37-62-Г	10'	15'
1:25000	М-37-62-Г-а	5'	7'30"
1:10000	М-37-62-Г-а-3	2'30"	3'45"
1:5000	М-37-62(233)	1'15"	1'25.5"
1:2000	М-37-62(233-в)	25"	37.5"

Виходячи з розмірів рамок, наведених у табл. 20, можна визначити номенклатуру аркушів карт масштабів 1:500000, 1:200000, 1:100000, 1:50000, 1:25000, 1:10000, 1:5000, 1:2000.

Таким чином, при виконанні робіт у районі с. Молодове Чугуєвського району Харківської обл. з координатами  $\varphi = 50^{np0} 02' 26''$ ,  $\lambda = 36^{np0} 46' 09''$  можна вказати значення номенклатури аркушів великомасштабних карт, табл.21.



**Рис. 50 - Номенклатура великомасштабних топографічних матеріалів**

**Таблиця 21 - Таблиця номенклатури аркушів карт району с. Молодовос**

<i>Масштаби</i>	<i>Номенклатура</i>
1:1000000	М-37
1:500000	М-37-А
1:200000	М-37-А-ХІІІ
1:100000	М-37-62
1:50000	М-37-62-Г
1:25000	М-37-62-Г-в
1:10000	М-37-62-Г-в-3
1:5000	М-37-62 (233)
1:2000	М-37-62 (233 в)

**Порядок виконання роботи**

Використовуючи координати населеного пункту й формули (39) і (40), визначається номенклатура аркуша карти масштабу 1:1000000. Наприклад, координати населеного пункту  $\varphi_B = 54^\circ 40' 20''$ ,  $\lambda_B = 18^\circ 06' 30''$ .

Згідно формули (39) номер колони дорівнює

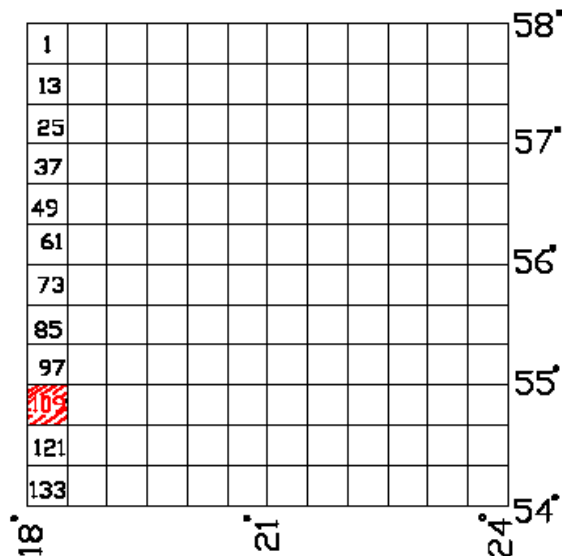
$$K = 31 + \frac{\lambda_0}{6} = 31 + \frac{18}{6} = 34 .$$

По формулі (40) визначається порядковий номер ряду

$$R = \frac{\varphi}{4} = \frac{54}{4} = 13 .$$

Порядковому номеру 13 відповідає буква "М" . Отже, номенклатура аркуша карти масштабу 1:1000000 буде М-34.

У границях аркуша карти масштабу 1:1000000 розміщується 144 аркуша карти масштабу 1:100000. Для того щоб визначити номенклатуру аркуша масштабу 1:100000 з табл. 19 визначаються розміри аркуша, вони склали: по широті 20', по довготі 30' і складемо схему аркуша масштабу 1:1000000, рис. 51, по якій визначимо номенклатуру аркуша масштабу 1:100000.



**Рис. 51 - Схема аркуша масштабу 1:100000**

Таким чином, номенклатура аркуша карти масштабу 1:100000 на якій розташований населений пункт *N* , буде мати вигляд: М-34-109.

Складається схема розміщення аркушів карт наступних масштабів: 1:50000, 1:25000, 1:10000 і визначається номенклатура аркушів масштабів 1:50000, 1:25000, 1:10000.

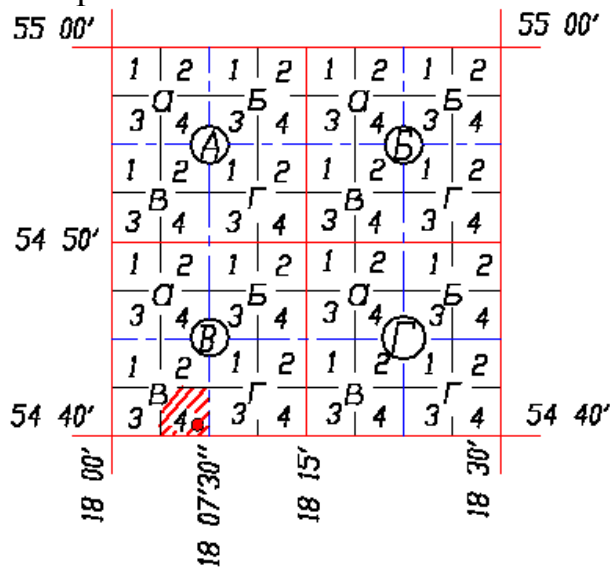
Як видно з рис. 52, населений пункт *N* розташований на наступних аркушах карт:

масштаб 1 : 50000 34-109-В;

масштаб 1 : 25000 109-В-В;

масштаб 1 : 10000 М В-4.

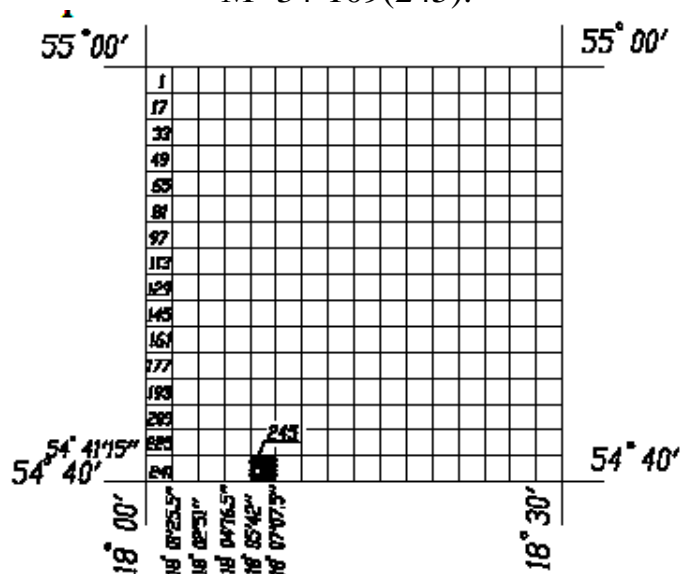
На основі схеми розміщення аркушів карт масштабів **1:50000**, **1:25000**, **1:10000** складається схема розміщення аркуша карти масштабу 1:5000. Зразок такої схеми наведений на рис.52.



**Рис. 52 - Схема розміщення аркушів карт масштабів: 1:50000, 1:25000, 1:10000.**

Визначається номенклатура аркуша карти масштабу 1:5000. Відповідно до наведеного малюнка, рис. 53, номенклатура аркуша карти масштабу 1:5000 на якій розташований населений пункт *N* буде мати вигляд:

М- 34-109(245).



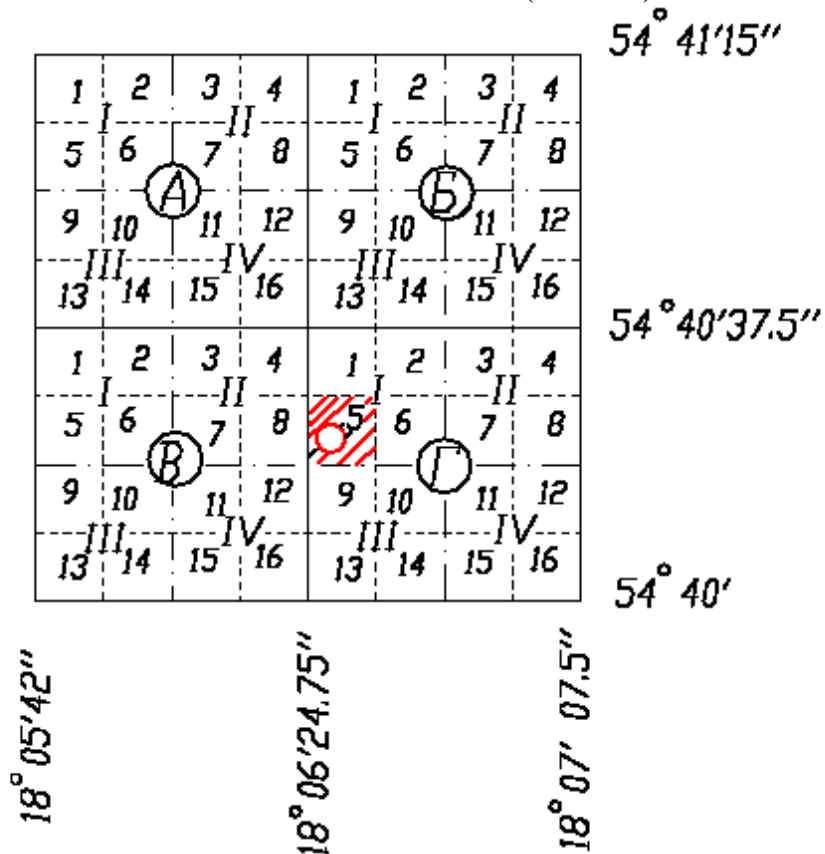
**Рис. 53 - Схема розміщення аркуша карти масштабу 1:5000**

Складається схема розміщення аркушів карти масштабів 1:2000, 1:1000, 1:500, використовуючи для цього схему розміщення аркуша масштабу 1:5000.

На основі схеми розміщення аркушів карт масштабів 1:2000, 1:1000, 1:500 пишеться номенклатура аркушів карт (планів) масштабів 1:2000, 1:1000, 1:500 на які розміщений населений пункт N.

Наприклад, згідно рис. 54, населений пункт розташований на наступних аркушах:

масштаб 1:2000 М- 34-109(245-Г);  
 масштаб 1:1000 М- 34-109(245-Г-1);  
 масштаб 1:500 М- 34-109(245-Г5).



**Рис. 54 - Схема розміщення аркушів карт масштабів 1:2000, 1:1000 та 1:500**  
**Звітні матеріали**

- схеми розміщення аркушів карт масштабів 1:100000; 1:50000, 1:25000, 1:10000, 1:2000, 1:1000 та 1:500;

- номенклатура аркушів карт масштабів 1:100000 та 1:500 на якому розташований населений пункт N;

#### **4 ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТНИХ МАТЕРІАЛІВ**

Всі лабораторні й практичні роботи виконуються в спеціальному робочому зошиті [6]. Кожна робота повинна бути представлена схемою й журналом результатів вимірів. Інші записи, коментарі, проміжні розрахунки в зошит не заносяться. Схеми вимірів повинні виконуватися чорнилом, а в журналах дозволяється писати олівцем, дотримуючи вимоги п.п. 1.3 справжнього посібника. Пояснення до робіт записуються в конспект по інженерній геодезії. Робочий зошит разом зі звітними матеріалами домашніх розрахунково-графічних робіт здається на кафедру інженерної геодезії наприкінці курсу.

## СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. *Войтенко С. П. Інженерна геодезія: підручник// С.П. Войтенко. - К: Знання, 2009*
2. *Гайдай С.А., Защипась С.Я. і ін. Умовні знаки для топографічних планів масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500./Міністерство екології й природних ресурсів України, 2001.*
3. *Криворучко В. Т. Комп'ютерний учбово-методичний комплекс по інженерній геодезії серія «Геодезія в архітектурі». Диск CD. - Харків: ХНУБА, 2017*
4. *Криворучко В. Т. Геодезична практика. Методичний посібник для студентів спеціальності «Архітектура і містобудування». - Харків: ХНУБА, 2017*
5. *Криворучко В. Т. Інженерна геодезія. Серія «Геодезія в архітектурі»: Навчальний посібник для студентів спеціальності «Архітектура й містобудування». – Харків: ХНУБА, 2017. – 158 с*
6. *Криворучко В. Т. Звітний зошит для лабораторних робіт. - Харків: ХНУБА, 2017*

## Навчальне видання

Комп'ютерний учбово-методичний комплекс по інженерній геодезії. Серія «Геодезія в архітектурі». Методичні вказівки до проведення лабораторних і практичних робіт з дисципліни «ГЕОДЕЗІЯ» для студентів спеціальності «Архітектура й містобудування» /Харківський національний університет будівництва і архітектури, автор: Криворучко В. Т., - Х.: ХНУБА, 2017. - Харків: кафедра геодезії ХНУБА 2017 р.

Автор: Криворучко Володимир Тимофійович

Копіювання й розмноження без згоди автора заборонене

**Відповідальний за випуск Т. А. Наливайко**

За редакцією автора

План 2017 поз  
Електронне видання.

Подп.до друку

Зам. №

Безкоштовно

---

