

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/103.00.1/Б /ОК8-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 56 / 1

## **ЗАТВЕРДЖЕНО**

Науково-методичною радою  
Державного університету  
«Житомирська політехніка»  
протокол від 12 вересня 2024 р.  
№05

### **МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ для проведення лабораторних занять з навчальної дисципліни «Геологія з основами геодезії»**

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»  
спеціальності 103 «Науки про Землю»  
освітньо-професійна програма «Управління земельними і водними ресурсами»  
факультет гірничої справи, природокористування та будівництва  
кафедра наук про Землю

Рекомендовано на засіданні  
кафедри гірничих технологій та  
будівництва ім. проф. Бакка М.Т.  
27 серпня 2024 р., протокол № 08

#### **Розробники:**

д.геол.н, професор кафедри гірничих технологій та будівництва  
ім. проф. Бакка ПІДВИСОЦЬКИЙ Віктор,  
к.т.н., доцент кафедри маркшейдерії ПАНАСЮК Андрій,  
ст. викладач кафедри гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т.  
ОСТАФІЙЧУК Неля

Житомир  
2024

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/103.00.1/Б /ОК8-2024
	<i>Випуск 1</i>	<i>Зміни 0</i>	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 56 / 2</i>

УДК 553; 528

Методичні рекомендації для проведення лабораторних занять з навчальної дисципліни “Геологія з основами геодезії” (для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 103 «Науки про Землю» освітньо-професійна програма «Управління земельними і водними ресурсами»)

Укладачі – д.геол.н., проф. ПІДВИСОЦЬКИЙ Віктор, к.т.н, доц. ПАНАСЮК Андрій, ст. викладач ОСТАФІЙЧУК Неля. – Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2024. – 56 с.

Рецензенти:

БАШИНСЬКИЙ Сергій – к.т.н., доц. кафедри гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т.

КОТЕНКО Володимир – к.т.н., доц. кафедри маркшейдерії

Відповідальний за випуск: завідувач кафедри гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т. – к.т.н., доц. БАШИНСЬКИЙ Сергій

Методичні рекомендації розроблені для здобувачів вищої освіти спеціальності 103 «Науки про Землю» освітнього ступеню «бакалавр» денної форми навчання і містять детальні рекомендації для проведення лабораторних занять з навчальної дисципліни “Геологія з основами геодезії”.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/103.00.1/Б /OK8-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 56 / 3

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
<b>ЧАСТИНА I. ЗАГАЛЬНА ГЕОЛОГІЯ.....</b>	<b>5</b>
<b>Лабораторна робота №1 Діагностика мінералів.....</b>	<b>5</b>
1.1. Вказівки загального характеру.....	5
1.2. Класифікація мінералів за хімічним складом.....	5
1.3. Діагностичні властивості мінералів.....	7
1.4. Порядок виконання лабораторної роботи з діагностики мінералів.....	9
<b>Лабораторна робота №2 Діагностика гірських порід.....</b>	<b>15</b>
2.1. Вказівки загального характеру.....	15
2.2. Діагностичні властивості гірських порід.....	15
2.3. Магматичні гірські породи.....	21
2.4. Метаморфічні гірські породи.....	22
2.5. Осадкові гірські породи.....	24
2.6. Порядок виконання лабораторних робіт з визначення гірських порід.....	27
<b>Лабораторна робота №3 Побудова геологічних карт і розрізів.....</b>	<b>29</b>
3.1. Вказівки загального характеру.....	29
3.2. Методика побудови геологічного розрізу за фрагментом геологічної карти.....	31
3.3. Порядок виконання роботи.....	32
3.4. Завдання до виконання роботи.....	33
<b>Лабораторна робота №4 Побудова карт гідроізогіпс.....</b>	<b>36</b>
4.1. Вказівки загального характеру.....	36
4.2. Порядок виконання роботи.....	37
4.3. Завдання до виконання роботи.....	39
<b>ЧАСТИНА II. ОСНОВИ ГЕОДЕЗІЇ.....</b>	<b>40</b>
<b>Лабораторна робота №5 Вимірювання ліній на місцевості.....</b>	<b>40</b>
5.1. Вказівки загального характеру.....	40
5.2. Вимірювання довжин ліній мірними стрічками.....	40
5.3. Вимірювання довжин ліній нитковим далекоміром.....	41
5.4. Порядок виконання роботи.....	42
<b>Лабораторна робота №6 Вимірювання кутів.....</b>	<b>44</b>
6.1. Вказівки загального характеру.....	44
6.2. Порядок виконання роботи.....	45
<b>Лабораторна робота №7 Робота на станції технічного нівелювання.....</b>	<b>49</b>
7.1. Вказівки загального характеру.....	49
7.2. Послідовність роботи на станції технічного нівелювання.....	50
<b>Лабораторна робота №8 Складання топографічного плану за результатами тахеометричної зйомки.....</b>	<b>52</b>
8.1. Вказівки загального характеру.....	52
8.2. Порядок проведення польових робіт під час виконання тахеометричної зйомки.....	52
8.3. Обробка журналу тахеометричної зйомки.....	54
8.4. Побудова топографічного плану.....	55
<b>ЛІТЕРАТУРА.....</b>	<b>56</b>

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/103.00.1/Б /ОК8-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 56 / 4

## ВСТУП

Дисципліна “Геологія з основами геодезії” входить до навчальних планів підготовки бакалаврів за спеціальністю 103 «Науки про Землю» і викладається в 1 семестрі на першому курсі навчання.

Метою вивчення навчальної дисципліни є надання здобувачам вищої освіти базових знань з основних геологічних процесів та ознайомлення з типами та загальною методикою виконання інструментальних вимірювань на місцевості під час геодезичних робіт

Матеріали методичного забезпечення лабораторних робіт з дисципліни “Геологія з основами геодезії” розроблено відповідно до освітньо-кваліфікаційної характеристики підготовки студентів на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 103 «Науки про Землю».

У методичних рекомендаціях розглянуто загальні поняття про речовинний склад земної кори, вивчення способів виконання різних вимірювань на місцевості та методів оцінювання точності цих вимірювань, визначення основних принципів складання та оформлення карт і розрізів.

Лабораторні роботи можуть бути успішно і якісно виконані лише після попередньої підготовки відповідного розділу курсу «Геологія з основами геодезії».

Лабораторні роботи №1 і № 2 пов’язані з вивченням мінералів та гірських порід, а №3 і №4 – з побудовою геологічної документації. Ці роботи виконуються здобувачами вищої освіти в лабораторних умовах.

Лабораторні роботи №5-№8 пов’язані з вивченням будови геодезичних приладів і камеральною обробкою результатів вимірювань на карті або в натурі та виконуються студентами в польових або лабораторних умовах.

Виконуючи розрахункові завдання, слід дотримуватися наступних правил:

– у роботах №3-№8 завдання виконуються індивідуально відповідно до вихідних даних варіанту, для кожного завдання вказується послідовність виконання;

– якщо у роботі є розрахунки, то спочатку записується відповідна формула, далі – числові значення у тій самій послідовності, що й буквені, а потім кінцевий результат. Далі дається розшифровка буквених символів формули, одиниці фізичних величин;

– плани, профілі і схеми виконуються відповідно до рекомендованих масштабів з додержанням прийнятих умовних знаків за державним стандартом.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/103.00.1/Б /OK8-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 56 / 5

## ЧАСТИНА I. ЗАГАЛЬНА ГЕОЛОГІЯ

### Лабораторна робота №1. Діагностика мінералів

*Мета роботи:* навчитися макроскопічно визначати найбільш поширені мінерали земної кори.

*Необхідне обладнання:* колекція «Мінерали», фарфоровий бісквіт, шкала твердості, скло, магніт.

#### 1.1. Вказівки загального характеру

Мінералогія – розділ геології, який досліджує склад, будову, властивості та походження мінералів.

На сьогоднішній день відомо понад 2500 природних мінералів. Не багато з них досить поширені. Істотну роль в утворенні гірських порід відіграють лише декілька десятків мінералів, які називають породотворними.

В земній корі породотворні мінерали розподілені наступним чином: польові шпати – 55%, піроксени – 15 %, кварц та його різновиди – 12 %, слюда – 3 %, оксиди і гідрооксиди – 3 %, глинисті мінерали – 1,5 %, кальцит – 1,5 %, фосфати – 0,75 %.

За умовами утворення мінерали поділяють на первинні і вторинні.

Первинні мінерали утворюються безпосередньо з магми одночасно з породою в основному в глибоких шарах земної кори і при виливанні магми на її поверхню. До них належать мінерали магматичного походження – олівін, польові шпати, кварц, слюда, авгіт, рогова обманка.

Вторинні мінерали утворилися пізніше, ніж первинні, і часто за рахунок первинних, на земній поверхні або біля неї. До них належать мінерали осадового і метаморфічного походження – глинисті, кальцит, гіпс, доломіт.

Первинні і вторинні мінерали складають головну масу ґрунтотворних порід і твердої фази ґрунту, а тому впливають на їх фізичні та фізико-хімічні показники, на фізико-механічні властивості, на родючість ґрунту в цілому.

Мінерали входять до складу всіх гірських порід, рудних і нерудних корисних копалин. З рудних мінералів внаслідок промислової переробки отримують різні метали, нерудні мінерали використовують в різних галузях промисловості (ювелірна, скляна, абразивна, будівельна, хімічна, радіотехніка).

#### 1.2. Класифікація мінералів за хімічним складом

1 клас – самородні елементи (алмаз, сірка, золото, срібло, мідь, платина)

2 клас – сульфіди (галеніт, сфалерит, кіновар, пірит, халькопірит)

3 клас – галоїдні сполуки (галіт, сильвін, флюорит)

4 клас – окисли = оксиди (кварц, халцедон, гематит, магнетит, лімоніт)

5 клас – солі кисневих кислот

I група – карбонати (кальцит, магнезит, доломіт, малахіт, азурит)

II група – силікати

A – безводні силікати

Метасилікати (авгіт, рогова обманка, берил)

Ортосилікати (нефелін, гранати, олівін, циркон, топаз)

Алюмосилікати (ортоклаз, мікроклін, лабрадор, турмалін)

B – водні силікати

Слюди (мусковіт, біотит)

Хлорити (клінохлор)

Змійовики і тальк (змійовик, азбест, тальк)

Глинисті мінерали – каолініт, монтморилоніти

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/103.00.1/Б /OK8-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 56 / 6

III група – фосфати (апатит, фосфорит)

IV група – сульфати (барит, ангідрит, гіпс, мірабіліт)

V група – нітрати (калійна і натрова селітра).

**Самородні елементи** – це мінерали, які складаються з одного хімічного елементу. В самородному вигляді зустрічаються вуглець (графіт, алмаз), сірка, золото, платина, срібло, мідь. Клас самородних елементів об'єднує близько 45 мінералів, складених з одного хімічного елементу. Це такі мінерали як самородне золото Au, срібло Ag, мідь Cu, платина Pt (група самородних металів), графіт C, алмаз C, сірка S (група самородних неметалів) та інші. Вони складають не більше 0,1 вагового відсотка земної кори, а найпоширенішими серед них є графіт та сірка. По масі вони складають приблизно 0,1% ваги земної кори.

За походженням самородні елементи можуть бути глибинними, аж до магматичних (алмаз, платина) і поверхневими, гіпергенними. Для деяких характерне вторинне накопичення в розсипищах.

**Сульфідні** – прості сполуки з сіркою. Мінералів цього класу понад 200, але вони становлять не більше 0,25 % ваги земної кори. Клас сульфідів об'єднує мінерали, що є сполуками різних елементів з сіркою (прості сульфідні) або з сіркою та іншими елементами – миш'яком, сурмою та ін. (складні сульфідні). Вони, як і самородні елементи, займають підпорядковане положення в будові земної кори, але включають низку важливих рудних мінералів. Найбільш поширеними серед них є: пірит (сірчаний колчедан)  $FeS_2$ , халькопірит (мідний колчедан)  $CuFeS_2$ , галеніт (свинцевий блиск)  $PbS$ , сфалерит (цинкова обманка)  $ZnS$ , молібденіт  $MoS_2$  і кіновар  $HgS$ .

За походженням сульфідні мінерали в більшості випадків гідротермальні (високо, середньо і низькотемпературні), магматичні, скарнові, а також екзогенні (при вивітрюванні сульфідних родовищ в зоні цементації). Сульфідні мають велике практичне значення. Це найважливіші руди свинцю, цинку, міді, срібла, нікелю, кобальту, молібдену, миш'яку, вісмуту, сурми і інших металів.

**Галогенні** – прості сполуки з леткими компонентами. До цього класу мінералів відносяться фториди (сполуки з фтором), хлориди (сполуки з хлором), бромідні (сполуки з бромом) і йодидні (сполуки з йодом). В цьому класі нараховують біля 100 мінералів, які становлять біля 0,5% ваги земної кори. Найпоширенішими серед них є хлористі і фтористі сполуки, такі як галіт (кам'яна сіль)  $NaCl$ , сільвін  $KCl$ , карналіт  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$  і флюорит (плавиковий шпат)  $CaF_2$ .

Фториди в більшості випадків генетично зв'язані з магматичною діяльністю, а хлориди з відкладами морів і озер і є головними мінералами соленосних товщ.

**Оксидні і гідроксидні** – сполуки елементів з киснем. В земній корі на їх частку припадає біля 17 %, з них на частку кремнезему ( $SiO_2$ ) біля 12,5%. Число мінералів цього класу біля 200 і їх поділять на дві групи: оксидні та гідроксидні кремнію (група кварцу) і оксидні та гідроксидні металів. Найпоширенішим серед мінералів даного класу є кварц  $SiO_2$ . Він складає близько 12 вагових відсотків земної кори і входить до складу майже всіх генетичних типів гірських порід. Гідроксид кремнію представлений мінералом, який називається опал ( $SiO_2 \cdot nH_2O$ ).

Найпоширенішими основними рудними мінералами оксидів і гідроксидів металів є магнетит (магнітний залізняк)  $FeFe_2O_4$ , гематит (червоний залізняк)  $Fe_2O_3$ , корунд  $Al_2O_3$ , хроміт (хромітовий залізняк)  $FeCr_2O_4$ , лімоніт (бурий залізняк)  $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$ , гетит  $FeOOH$ .

Походження мінералів цього класу різноманітне – магматичне, пегматитове, гідротермальне, екзогенне. Багато оксидів є рудами заліза, хрому, марганцю, алюмінію, титану, олова, танталу, ніобію, урану та рідкоземельних металів.

**Карбонатні** – солі карбонатної кислоти. Відомо біля 80 мінералів цієї групи. Вони становлять 1,7% земної кори. Найпоширенішими в земній корі мінералами класу карбонатів є кальцит (вапнистий шпат)  $CaCO_3$ , доломіт  $CaMg(CO_3)_2$ , сидерит (залізний шпат)  $FeCO_3$  і

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/103.00.1/Б /OK8-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 56 / 7

магнезит (гіркий шпат)  $MgCO_3$ . В більшості випадків карбонати є гіпергенними продуктами гідрохімічних реакцій.

**Сульфати** – солі сульфатної кислоти. Їх нараховується понад 260. Вони становлять біля 0,1% ваги земної кори. Клас сульфатів об'єднує мінерали, що є солями сірчаної кислоти. Найпоширенішими з них є гіпс  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ , ангідрит, (безводний сульфат кальцію)  $CaSO_4$ , мірабіліт (глауберова сіль)  $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ , барит (важкий шпат)  $BaSO_4$ .

Мінерали цієї групи утворюються в умовах підвищеної концентрації кисню і при відносно низьких температурах, поблизу поверхні землі, головним чином шляхом осадження з вод соляних озер і лагун та в зонах гіпергенезу в районах з аридним кліматом. Частина сульфатів виникає при гідротермальних процесах і в зоні окиснення рудних родовищ.

**Фосфати** природні – клас мінералів, солей ортофосфорної кислоти  $H_3PO_4$ . Серед мінералів класу фосфатів найбільше практичне значення мають апатит  $Ca_5(F,Cl)(PO_4)_3$  та близький до нього за хімічним складом приховано-кристалічний фосфат кальцію – фосфорит.

Більшість мінералів групи фосфатів гіпергенного походження. Утворення безводних фосфатів найбільш характерне для пегматитового процесу. З високотемпературними процесами пов'язане утворення апатиту. Водні фосфати утворюються в екзогенних умовах, часто при біохімічних процесах. Природні фосфати – сировина для добрив.

**Силікати** – солі різних кремнієвих кислот; найважливіші породоутворюючі мінерали. Число силікатів біля 800 або по масі біля 80 % земної кори. Хімічний склад як правило складний. Головні компоненти Si, Al, Fe, Mg, Ca, Na, K, іноді Mn, Ti, B, а також Zr, Li, OH, F.

Серед них найголовнішу роль відіграють польові шпати, на частку яких за масою припадає близько 50 % земної кори. Польові шпати є алюмосилікатами K, Na, Ca. Представником калієвих польових шпатів є ортоклаз  $KAl[Si_3O_8]$ . Натрій-кальцієві польові шпати називаються плігійоклазами. Вони представляють собою ідіоморфну суміш двох мінералів: альбіту  $NaAl[Si_3O_8]$  і анортиту  $Ca[Al_2Si_2O_8]$ , що є крайніми членами ряду плігійоклазів. Слід зауважити, що макроскопічно (тобто неозброєним оком) не завжди можна надійно відрізнити альбіт від анортиту й ортоклазу, а тому частіше приходиться обмежуватися визначенням мінералу просто як польового шпату.

Важливою підгрупою породоутворюючих силікатів є так звані темнозабарвлені силікати. До них відносяться мінерали, що є кальцієвими, магнієвими і залізистими солями метакремнієвої  $H_2SiO_3$  і ортокремнієвої  $H_4SiO_4$  кислот. Найбільш поширені з них метасилікати, представниками яких є рогова обманка.

Широко розповсюджені в земній корі водні силікати з лускатою або пластинчастою будовою та дуже досконалою спайністю. У цю підгрупу входять слюди, тальк і каолінит.

Походження силікатів різноманітне: ендегенне, головним чином магматичне (піроксени, польові шпати), пегматитове (слюди, турмалін, берил), скарнове (гранати, властоніт). Також широко поширені силікати в метаморфічних породах – сланцях і гнейсах (гранати, дістен, хлорит).

### 1.3. Діагностичні властивості мінералів

Основними діагностичними властивостями мінералів є колір, блиск, злам, спайність, твердість, щільність, колір риски, прозорість, магнітність, смак, запах, розчинність у воді, взаємодію з 10 % розчином HCl.

**Колір мінералів** – у деяких він є постійною ознакою (малахіт – зелений, лазурит – синій), але може бути різний та залежить від хромофора (кальцит – безколірний, білий, жовтий, зелений, фіолетовий, бурий, чорний), умов освітлення (лабрадор – сині переливчасті плями), механічних домішок тощо. Хромофор – забарвлювальний елемент мінералу, що надає певного кольору.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/103.00.1/Б /OK8-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 56 / 8

**Блиск** – зумовлений тим, що поверхня мінералу відбиває світло та залежить від кількості відбитого ним світла. Буває – металевий, напівметалевий, скляний, перламутровий, жирний, шовковистий, алмазний, матовий.

*Металевий блиск* мінералу – яскравий блиск, який спостерігається на свіжому зломі металу (золото, пірит, магнетит).

*Напівметалевий блиск* мінералу – або металовидний – тьмяніший блиск, як у графіту, ільменіту.

*Скляний блиск* мінералу – нагадує блиск скла (гірський кришталь, кам'яна сіль).

*Перламутровий блиск* мінералу – переливи райдужними кольорами внаслідок відбивання світла внутрішніми площинами мінералу (слюда, кальцит).

*Жирний блиск* мінералу – поверхня наче змазана жиром (талък, нефелін).

*Шовковистий блиск* мінералу – блимаючий, характерний для тих мінералів, які мають волокнисту будову (азбест, волокнистий гіпс).

*Алмазний блиск* мінералу – схожий на скляний, але яскравіший (алмаз, сфалерит).

*Матовий блиск* мінералу – блиск відсутній (піролюзит, каолінит).

**Злам** мінералу – характеризується тією поверхнею, яка виникає при розламуванні або при роздрібненні мінералу. Мінерали, які мають спайність дають рівний злам (кальцит, галіт). Розрізняють злами у мінералів без спайності – раковистий, нерівний, скалкуватий, гачкуватий, землистий, зернистий.

*Раковистий злам* мінералу – схожий на внутрішню поверхню раковини (опал, халцедон, обсидіан).

*Нерівний злам* мінералу – характеризується нерівною поверхнею без блискучих спайних ділянок (апатит).

*Скалковий злам* мінералу – нагадує злам деревини поперек волокнистості, властивий мінералам волокнистого складу (азбест, волокнистий гіпс, іноді рогова обманка).

*Гачкуватий злам* мінералу – поверхня зламу вкрита дрібними гачечками (самородна мідь, самородне срібло).

*Землистий злам* мінералу – характерний для землистих мінералів.

*Зернистий злам* мінералу – характерний для мінералів зернистої будови.

**Прозорість** – здатність речовини пропускати світло і залежить від її фізико-хімічних властивостей. Залежно від ступеня прозорості мінерали поділяють на прозорі (гірський кришталь), напівпрозорі (сфалерит), непрозорі (пірит).

**Спайність** – здатність деяких мінералів колотися у певних кристалографічних напрямках з утворенням дзеркальних поверхонь – площин спайності. Розрізняють види спайності – цілком досконалу, досконалу, середню, недосконалу.

*Цілком досконала спайність* – у мінералу, який у певному напрямку дуже легко розщеплюється на пластинки, листочки, лусочки. Площини спайності – дзеркально-блискучі, рівні (слюда).

*Досконала спайність* – у мінералу, який у певному напрямку колеться з утворенням рівних блискучих площин (мінерали групи шпатів – ортоклаз, флюорит, кальцит).

*Середня спайність* – у мінералів, які від удару розпадаються на уламки, обмежені приблизно однаково як площинами спайності, так і неправильними поверхнями зламу (авгіт).

*Недосконала спайність* – та, яку важко знаходити на уламках мінералу (апатит, берил).

*Відсутня спайність* – під час удару мінерал колеться у випадкових напрямках і дає нерівні поверхні зламу (кварц, пірит).

**Твердість** – ступінь опору поверхні досліджуваного мінералу дряпанню.

**Щільність** мінералу – залежить від його хімічного складу і структури. Виділяють три групи – легкі (щільність до 2,5 г/см<sup>3</sup>; середні – 2,5-4,0; важкі – понад 4,0 г/см<sup>3</sup>).

**Строкатість** – наявність на поверхні непрозорих мінералів райдужних плівок.



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/103.00.1/Б /ОК8-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 56 / 9

**Риска**, або **колір ризи** мінералу – здатність мінералів залишати кольоровий слід на фарфоровій неглазурованій пластині (бісквіті), **колір ризи** – це колір мінералу в подрібненому стані і він може відрізнитися від кольору мінералу.

**Магнітність** – здатність мінералу притягуватись до магніту та діяти на магнітну стрілку.

**Запах** – під час горіння, тертя, розтиранні у порошок, при ударах деякі мінерали виділяють характерні запахи (сірка, фосфорит, каолін).

**Смак** – деякі мінерали, які добро розчиняються у воді викликають смакові відчуття. Можуть бути – солоні (галіт), гірко-солоні (сильвін, мірабіліт), кислий - галуни.

Взаємодія з кислотою – важлива властивість деяких карбонатів з виділенням бульбашок CO<sub>2</sub>. Використовується для діагностування карбонатних порід (вапняків, крейди).

**Поліморфізм** – (багатоформність) здатність кристалічної речовини змінювати кристалічну структуру, а у зв'язку з цим і фізичні властивості. Наприклад, диморфізм природного вуглецю, який кристалізується залежно від умов у вигляді алмазу (кубічна сингонія), або у вигляді графіту (гексагональна сингонія).

**Ізоморфізм** – (рівноформність) речовини з різним хімічним складом мають однакову кристалічну структуру, завдяки здатності іонів до взаємного заміщення, розміри яких ідентичні.

**Псевдоморфози** – явище, коли один мінерал утворюється у формі іншого. Скам'янілості, органічна речовина яких заміщена кальцитом або опалом (скам'яніле дерево).

#### 1.4. Порядок виконання лабораторної роботи з діагностики мінералів

На лабораторних заняттях з діагностики мінералів передбачається вивчення основних груп мінералів та їх властивостей. Для цього надається учбова колекція мінералів, скляна та фарфорова пластинки, магніт.

Перед тим, як приступити до вивчення фізичних властивостей мінералів необхідно засвоїти основні методичні прийоми їх визначення та техніку безпеки.

1. Робоче місце студента повинно бути вільне від зошитів, підручників та інших предметів, що не використовуються під час проведення заняття.

2. Слід пам'ятати, що скло та фарфор є дуже крихкими предметами, а їх кінці дуже гострі, тому поводитися з ними треба з обережністю. Теж саме стосується сталевих та мідної голок та ножа, якщо вони залучаються до визначення твердості.

3. При визначенні твердості мінералів на склі та кольору риси на фарфорі категорично забороняється утримувати скло та фарфор в руці або проводити ним по зразку. В першому випадку можна серйозно травмуватися, а в другому – скляна крихта може попасти в очі або в легені. Скло та фарфор повинні лежати на столі та міцно триматися вільною рукою, а по ним треба проводити зразком.

4. При перевірці зразку на смак треба на фарфоровій пластинці декілька разів очистити зразок від бруду та пилу і лише після цього кінчиком язика доторкнутися до очищеного міста.

5. При визначенні мінералів, що легко розщеплюються (слюда, азбест, гіпс та ін.), треба враховувати, що їх дрібні частинки можуть попасти в очі або до дихальних шляхів.

Визначення мінералів згідно з таблицею 1.2 доцільно проводити за наступною схемою:

1. Поділити мінерали на дві групи за кольоровою ознакою на світло-забарвлені і темно-забарвлені. До світло-забарвлених відносять білі, рожеві, жовті, зелені, золотисті мінерали, до темно-забарвлених – іржаво-бурі, червоні, коричневі, чорні, темно-сині, сталєво-сірі. Для світло-забарвлених важливою діагностичною ознакою є твердість, для темно-забарвлених – колір ризи.

2. Визначити твердість мінералу: шляхом шкрябання мінералом по склу та розділити кожену групу на різновиди, що залишають подряпину на склі (тобто тверді), та ті, що не

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/103.00.1/Б /OK8-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 56 / 10

залишають. Перевірити твердість мінералів останньої групи шляхом шкрябання об жовту монету або латунний ключ, та визначити м'які мінерали (не залишають подряпини) та мінерали середньої твердості (залишають подряпину на жовтому металі). На основі цього визначити ймовірну твердість мінералів в кожній групі.

3. Встановити колір rischi. Це дуже важлива ознака, вона в багатьох випадках для темно-забарвлених мінералів має вирішальне значення. Для цього необхідно провести мінералом по неглазурованій поверхні фарфору та подивитися на залишений слід. Якщо мінерал не залишає rischi, то його твердість вища за твердість фарфору, що також є діагностичною ознакою.

4. Визначити блиск мінералу: металевий, напівметалевий (тусклий металевий) та неметалевий (алмазний, скляний, матовий, жирний).

5. Встановити спайність мінералів. Для цього спочатку треба визначити, чи має мінерал рівні площини, які добре відбивають світло. Якщо так, то встановлюють кількість напрямків спайності та ступінь її досконалості, якщо ні – кажуть, що спайність відсутня. Слід враховувати, що за спайність помилково може бути прийняті грані кристалу мінералу, тому спайність треба дивитися тільки на його зламі. Наприклад, пірит утворює кристали кубічної форми, але спайності він не має. Теж саме для кварцу – він часто має призматичні кристали, які завершуються пірамідкою, але спайності в нього нема.

6. Після визначення цих властивостей розглядаються інші діагностичні ознаки. Так, у групі світло-забарвлених мінералів три з них мають білий, світло-сірий колір (галіт, каолінит, гіпс), але галіт і гіпс прозорі або напівпрозорі мінерали і мають спайність, а каолінит утворює землясті тонкозернисті непрозорі агрегати, спайність у нього в більшості випадків не визначається. Допоміжну роль відіграють і особливі властивості – галіт має солонуватий смак, каолінит – запах глини та залишає риску на шкірі, а гіпс дряпається нігтем.

У групі темно кольорових мінералів однакову чорну риску мають графіт та магнетит, але графіт легкій та м'який, а магнетит – важкий та твердий, до того ж він притягує сталеву голку. У лабрадору та гранату риса відсутня, оскільки їх твердість більша за фарфорову пластинку, але лабрадор має особливу ознаку – іризацію, а гранат утворює характерні ізометричні октаедричні невеликі кристали.

7. Занести вивчені характеристики зразків мінералів учбової колекції у звітну таблицю (приклад оформлення – табл. 1.1), та визначити назву мінералу.

Таблиця 1.1

**Звітна таблиця з діагностики мінералів**

№ з/п	Колір, риска	Твердість	Спайність, злам	Блиск, прозорість	Характерні особливості	Назва мінералу
1	чорний, відсутня	7	відсутня, раковистий	скляний, непрозорий	характерні форми кристалів	кварц, а саме його різновид моріон
2	білий, безбарвна	2	досконала, раковистий	жирний, напівпрозорий	солоний на смак, жирний на дотик	галіт
3	білий, біла	3	досконала, нерівний	скляний, непрозорий	реагує з HCl	кальцит
4	латунно-жовтий, темно-зелена	3-4	відсутня, нерівний	металічний, непрозорий	наявна строкагість	халькопірит

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/103.00.1/Б /OK8-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 56 / 11

Таблиця 1.2

## Найголовніші породотвірні та рудні мінерали

Назва мінералу, хімічна формула	Форма виділення кристалів та агрегатів	Колір, риска	Спайність, злам	Блиск, прозорість	Твердість, густина г/см <sup>3</sup>	Практичне значення
1	2	3	4	5	6	7
<b>Самородні елементи</b>						
Золото Au	неправильні зерна, дендрити, плівки, самородки	жовтий жовта	відсутня гачкуватий	металічний непрозоре	2-3 5-19	коштовний і валютний метал, ювелірна справа, хімічна промисловість, медицина.
Срібло Ag	дендрити, волосоподібні скручені та зігнуті утворення	сірий біла	відсутня гачкуватий	металічний непрозоре	2-3 10,1-11,1	ювелірна промисловість, чеканка, для виготовлення тиглів, реактивів
Платина Pt	неправильні зерна, конкреції, самородки	білий сіра	відсутня нерівний, гачкуватий	металічний непрозоре	4-5 14-20	хімічна промисловість, приладобудування, ювелірна справа
Мідь Cu	дендрити, ниткоподібні та суцільні маси	червоний мідно-червона	відсутня скалковий, гачкуватий	металічний непрозоре	2-3 8,4-8,9	електротехніка, машинобудування
Алмаз C	кристали і їх зростки	безбарвний відсутня	досконала раковистий, скалковий	алмазний прозорий	10 3,5	ювелірна справа металообробна промисловість, абразивний матеріал
Графіт C	дрібна луска, землясті маси	чорний сіра	досконала зернистий	металічний непрозорий	1 2,2-2,3	металургія (тиглі, литво), електротехніка, поліграфія, виробництво олівців
Сірка S	кристали, суцільні маси, агрегати	жовто-зелений, безбарвна	досконала раковистий, нерівний	алмазний прозора	1-2 2	сірчанокислотне, целюлозно-паперове, гумове, фарбове, шкіряне виробництво, сільське господарство
<b>Сульфіди</b>						
Галеніт PbS	зернисті агрегати, щільні маси, кристали, друзи	сірий темно-сіра	досконала східчастий	металічний непрозорий	2-3 7,4-7,6	руда на свинець
Сфалерит ZnS	зернисті виділення, вкраплення, кристали,	темно-бурий чорна	досконала раковистий	металічний непрозорий	3-4 3,5-4,2	руда на цинк

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/103.00.1/Б /OK8-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 56 / 12

Продовження таблиці 1.2

1	2	3	4	5	6	7
Пірит $\text{FeS}_2$	зернисті агрегати, конкреції, брунькоподібні і агрегати, кристали	латунно-жовтий буро-чорна	відсутня раковистий, нерівний	металічний непрозорий	6-7 4,9-5,2	сировина для отримання сірки і сірчаної кислоти
Халькопірит $\text{CuFeS}_2$	суцільні зернисті маси, окремі зерна, рідко кристали	латунно-жовтий зелено-чорна	відсутня нерівний	металічний непрозорий	3-4 4,1-4,3	руда на мідь
Галоїди						
Галіт $\text{NaCl}$	кристалічно-зернисті агрегати, кристали, друзи, сталактити, кірки	білий безбарвна	досконала раковистий	жирний напів-прозорий	2 2,2	харчова, хімічна, лакофарбова, фармацевтична, шкіряна промисловість
Флюорит $\text{CaF}_2$	зернисті агрегати, зростки кристалів, друзи, щітки, земляні маси	бузковий, зелений, жовтий, коричневий біла	досконала нерівний	скляний прозорий	4 3-3,2	флюс в металургії, отримання фтористих сполук, оптика, виробний камінь
Оксиди						
Кварц $\text{SiO}_2$ аметист, димчатий кварц, моріон, цитрин	зернисті і кристалічні агрегати, кристали, друзи, щітки, жеоди	білий відсутня	відсутня раковистий, нерівний	скляний прозорий	7 2,65	скляна, вогнетривка, хімічна, абразивна, фарфоро-фаянсова промисловості, п'єзо- і радіотехніка, ювелірна справа, породотворний мінерал
Ільменіт $\text{FeTiO}_3$	щільні утворення, зерна, кристали	чорний чорна	відсутня раковистий	металічний непрозорий	5-6 4,6-4,8	руда на титан
Магнетит $\text{Fe}^{2+} \text{Fe}^{3+} \text{O}_4$	зернисті маси, вкраплення, кристали, друзи	чорний чорна	відсутня нерівний	металічний непрозорий	5-6 4,8-5,3	залізна руда
Гематит $\text{Fe}_2\text{O}_3$	землисті, зернисті агрегати, ооліти, кристали, зростки	чорний вишнева	відсутня нерівний	металічний непрозорий	5-6 5,2	залізна руда

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/103.00.1/Б /OK8-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 56 / 13

Продовження таблиці 1.2

1	2	3	4	5	6	7
<b>Карбонати</b>						
Кальцит $\text{CaCO}_3$	зернисті агрегати, сталактити, сталагміти, кристалічні маси, друзи, жеоди	білий біла	досконала нерівний	скляний від прозорого до непрозорого	3 2,7-2,9	оптика, породотворний мінерал
Доломіт $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	зернисті агрегати, кристалічні маси, друзи, жеоди	сірувато-білий біла	досконала раковистий	скляний напівпрозорий, непрозорий	3-4 2,84	хімічна промисловість, металургія, породотвірний мінерал
<b>Сульфати</b>						
Гіпс $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	зернисті маси, волокнисті агрегати, кристали	білий біла	дуже досконала східчастий, скалковий	скляний, напівпрозорий	2 2,3	будівництво, медицина
<b>Силікати</b>						
Олівін $(\text{MgFe})_2[\text{SiO}_4]$	суцільні зернисті маси, кристали	зелений відсутня	відсутня нерівний	скляний непрозорий	6-7 3,3-3,5	породотворний мінерал
Топаз $\text{Al}_2(\text{FOH})_2[\text{SiO}_4]$	призматичні кристали, щільні маси, променисті агрегати	блакитний відсутня	досконала раковистий	скляний прозорий	8 3,5	ювелірний камінь
Берил $\text{Be}_3\text{Al}_2[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$	призматичні подовжені кристали	жовто-зелений відсутня	відсутня раковистий	скляний прозорий	7-8 2,6-2,9	ювелірний камінь, руда на берилій
Авгіт $(\text{CaNa})(\text{MgFe}^{2+}\text{Fe}^{3+}\text{Al})[(\text{SiAl})_2\text{O}_6]$	коротко-стовпчасті табличчасті кристали, суцільні зернисті маси	чорний темна	досконала раковистий	скляний непрозорий	5-6 3,2-3,5	породотворний мінерал
Егірін $\text{NaFe}^{3+}[\text{Si}_2\text{O}_6]$	призматичні кристали, агрегати	зелена	досконала нерівний	скляний непрозорий	6-7 3,4-3,6	породотворний мінерал
Рогова обманка $(\text{Ca},\text{Na})(\text{Mg},\text{Fe})_4(\text{Al},\text{Fe})[(\text{Al},\text{Si})_4\text{O}_{11}]_2(\text{OH})_2$	довго-призматичні, стовпчасті кристали	темно-зелений темна	досконала скалковий	скляний непрозора	5-6 3,1-3,3	породотворний мінерал

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/103.00.1/Б /OK8-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 56 / 14

Продовження таблиці 1.2

1	2	3	4	5	6	7
Мусковіт $KAl_2$ [ $AlSi_3O_{10}$ ]( OH, F) <sub>2</sub>	суцільні листувато- зернисті і лускуваті агрегати	жовто- зелений безбарвна	дуже досконала східчастий	перламутровий просвічується в тонких пластинах	2-3 2,7-3,1	електро- і радіотехнічна паперова, гумова хімічна промисловість, вогнетривкий, породотворний мінерал
Біотит $K(Mg,Fe)_3$ [ $Si_3AlO_{10}$ ] (OH,F) <sub>2</sub>		чорний бура				породотворний мінерал
КПШ Ортоклаз $K[AlSi_3O_8]$	товсто- таблитчасті, призматичні кристалічні маси	світло рожевий м'ясо- червоний	досконала нерівний	скляний непрозорі	6 2,2-2,6	породотворний мінерал, руда на алюміній
Плагіоклаз $Na[AlSi_3O_8]$ $Ca[AlSi_2O_8]$	призматичні зернисті агрегати	сірий, темно- сірий до чорного				породотвірний мінерал

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/103.00.1/Б /OK8-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 56 / 15

## Лабораторна робота №2. Діагностика гірських порід

*Мета:* навчитися макроскопічно визначити гірські породи різного генезису.

*Необхідне обладнання:* колекції гірських порід різного генезису

### 2.1. Вказівки загального характеру

Земна кора складена різноманітними мінеральними агрегатами, які називаються гірськими породами.

Гірська порода утворюється в певних геологічних умовах. Ці умови впливають на форму її залягання, характер і взаємостосунки складових її мінералів (структуру). Кожна гірська порода відрізняється від інших порід і за фізичними властивостями: кольором, щільністю, механічною міцністю, плавкістю.

Таким чином, **гірська порода** – це агрегат більш або менш кількісно і якісно постійних мінеральних зерен, які відрізняються певною будовою, фізичними властивостями і геологічними умовами утворення.

За походженням всі гірські породи поділяються на три великі групи:

1. Магматичні, пов'язані з процесами магматичної діяльності,
2. Осадкові, пов'язані з екзогенними процесами,
3. Метаморфічні, які утворюються в наслідок перетворення магматичних і осадових порід.

Крім того існує група проміжних гірських порід – вулканогенно-уламкові, серед яких одні нагадують вулканічні вивержені породи, а інші осадові.

Розповсюдження різних гірських порід різне. Підраховано, що літосфера на 95% складається з магматичних і метаморфічних порід і менше 5% становлять осадові породи. В той же час останні вкривають 75% земної поверхні і тільки 25% її зайнято магматичними і метаморфічними породами.

Отже, всебічним вивченням гірських порід і займається петрографія. Вона вивчає мінеральний і хімічний склад гірських порід, їх будову, походження, геологічні умови залягання, взаємовідносини між різними породами, а також зміну гірських порід в часі.

### 2.2. Діагностичні властивості гірських порід

Для визначення гірської породи необхідно встановити її мінеральний склад, структуру і текстуру. Найголовнішими зовнішніми ознаками порід є їх структура й текстура.

**Структура** – це сума ознак будови, які характеризують ступінь кристалічності, а також величину і форму мінеральних зерен, з яких складається гірська порода. Ознаки структури обумовлені процесами утворення мінералів.

Залежно від умов утворення магма може кристалізуватись повністю, частково або утворювати склоподібну породу. За ступенем кристалічності структури розрізняють повнокристалічні, напівкристалічні і склоподібні (гіалінові) структури. Перші характерні для інтрузивних порід, другі – для ефузивних, треті для лав. За відносною величиною зерен мінералів, які складають породу, виділяють також рівномірно-зернисті та порфірові структури.

**Порфірова** структура – наявність крупніших зерен якого-небудь мінералу (порфірових вкраплень) в повно-кристалічній, але більш дрібнозернистій масі породи.

**Пегматитова** (графічна) структура – характеризується взаємним орієнтованим проростанням двох мінералів, частіше всього польового шпату і кварцу (письмовий граніт).

**Офітова** структура – характерні витягнуті кристали світлого кольору.

**Скляна** структура – порода складена вулканічним склом (суцільна блискуча маса з раковистим зломом).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/103.00.1/Б /OK8-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 56 / 16

*Афанітова* структура – (тонко кристалічна) шорстка маса з ледве помітними блищиками мінеральних зерен.

Основні структури метаморфічних порід – кристалобластова і реліктова.

*Кристалобластова* – формується при перекристалізації у твердому стані вихідних порід.

*Реліктова* – у метаморфічній породі зберігається зовнішній вигляд вихідної породи.

Основні структури осадових порід:

а) уламкових порід: грубоуламкові, середньоуламкові, дрібноуламкові;

б) глинистих – пелітові (глинисті);

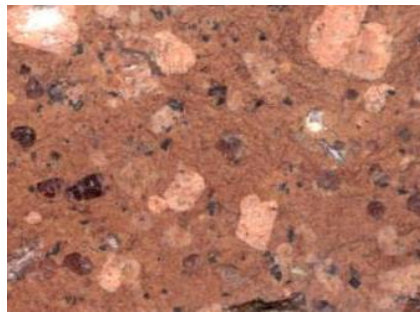
в) біохімічних:

▪ органогенні або біоморфні, якщо породи складаються з цілих мушель молюсків або інших залишків кістяків;

▪ кристалічно-зернисті – мікро-, дрібно-, середньо-, грубозернисті.



*рівномірно-зерниста*



*порфірова*



*пегматитова (графічна)*



*офітова*



*скляна*



*афанітова*



*порфілобластова*



*грубоуламкова*



*органогенна*

**Рис. 2.1. Основні структури гірських порід**

**Текстура** – це сума ознак, що характеризують розташування складових частин породи в просторі і відносно один одного. Текsturні ознаки відображають переміщення речовини в процесі утворення породи.

Кристалічні, зернисті породи зазвичай мають *масивну* текстуру, яка характеризується тим, що в розташуванні мінеральних зерен відсутня яка-небудь закономірність.



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/103.00.1/Б /OK8-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 56 / 17

*Такситова* (плямиста) – мінеральні зерна різного забарвлення концентруються в плями.

*Пориста* текстура – в породі є порожнечі овальної, сферичної або неправильної форми (діаметр порожнеч до 2 мм).

Характерні текстури метаморфічних порід:

1) *сланцювата* – характеризується паралельним розміщенням у породі лускатих, таблитчастих мінералів (порода розпадається на тонкі плиточки або пластинки)

2) *смугаста* – смугасте чергування ділянок різного мінерального складу і структури або різного забарвлення.

3) *плойчаста* – наявність в породі дрібних складок.

4) *гнейсова* – світлі і темні мінерали, утворюють витягнуті лінзоподібні відокремлення .

Основні текстури осадових порід:

1) *шарувата* – характеризується чергуванням шарів, що відрізнялися мінеральним складом, структурою, фарбуванням (основна макротекстура осадових гірських порід);

2) *безладна* – характеризується відсутністю закономірності розташування мінеральних агрегатів, що складають породу;

3) *землиста* – характеризується пухким пористим додаванням маси породи, легко руйнується при розтиранні в руках.



*масивна*



*плямиста*



*пориста*



*сланцювата*



*смугаста*



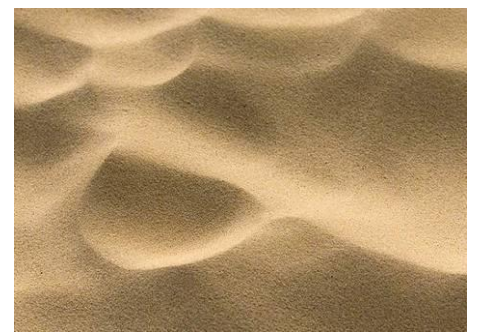
*плойчаста*



*гнейсова*



*шарувата*



*безладна*

**Рис. 2.2. Основні текстури гірських порід**

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/103.00.1/Б /OK8-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 56 / 18

Гірські породи за мінеральним складом поділяють на дві групи:

- мономінеральні – складаються з одного мінералу. Наприклад, мармур складається на 90 % з кальциту, кварцит – з кварцу);
- полімінеральні – складаються з двох і більше мінералів. Наприклад, мінеральний склад граніту – польовий шпат, кварц, слюда).

До складу магматичних гірських порід входить дві основні групи мінералів – головні породотвірні, які присутні в кількості від декількох до десятків відсотків і визначають тип породи, і другорядні, які присутні в одиницях і частках відсотків. Особлива роль належить так званим акцесорним мінералам, які присутні в гірській породі в незначній кількості (соті долі відсотків), однак в багатьох випадках є типоморфними для окремих типів порід (наприклад, циркон – для гранітів; апатит – для діоритів, ільменіт – для габро). Часто в магматичних породах присутні окремі мінерали, які утворюються за рахунок первинних в результаті наступних вторинних процесів – це хлорит, епідот, серпентин та ін.

В ефузивних породах основну увагу потрібно звертати на вивчення вкраплень. В описі повинні бути відмічені розміри вкраплеників, форма зерен і діагностичні ознаки мінералів.

Кількісне співвідношення головних мінералів виражається у відсотках до всього об'єму породи. В ефузивних породах визначається характер розподілу і кількісне співвідношення (у %) вкраплеників один з одним та з основною масою.

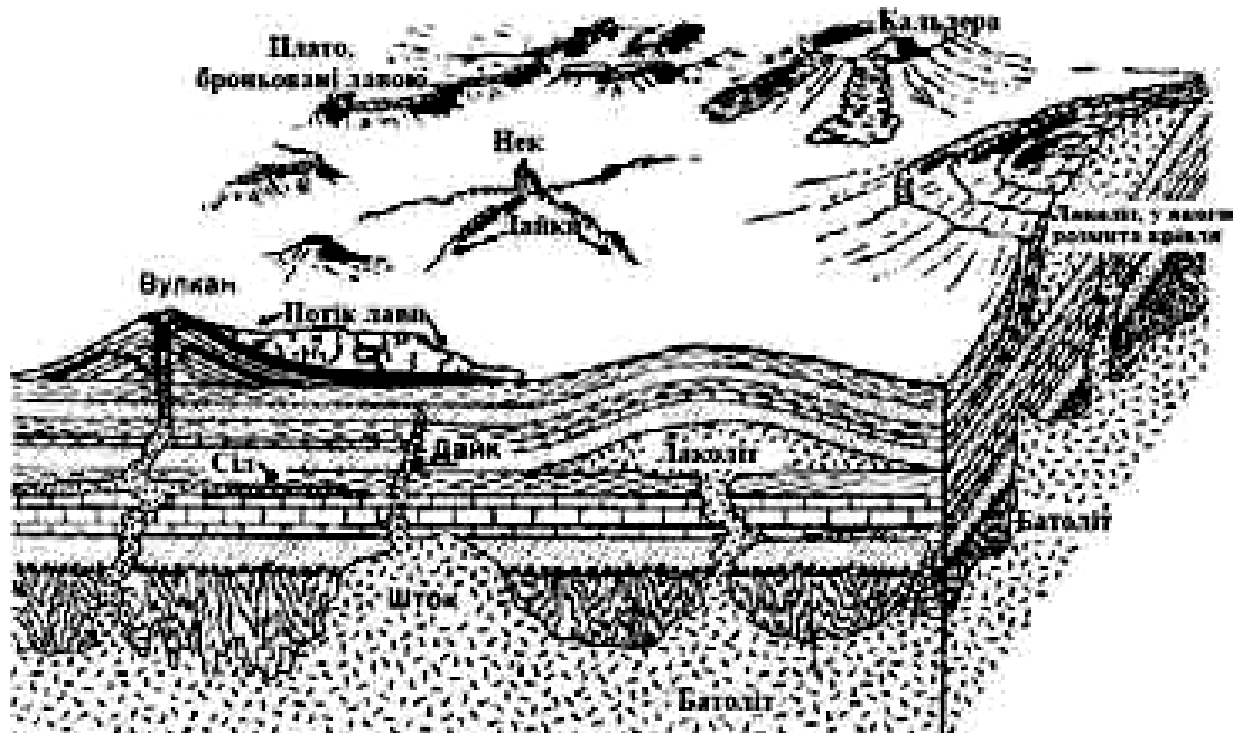
Мінеральний склад метаморфічних порід залежить від складу вихідних порід і від умов метаморфізму. Вони можуть складатися з одного мінералу, наприклад кварцу (кварцит) або кальциту (мармур), або з багатьох складних силікатів. Головні породотвірні мінерали представлені кварцом, польовими шпатами, слюдами, піроксенами і амфіболами. Поряд з ними присутні типово метаморфічні мінерали: гранати, андалузит, дистен, силіманіт, кордієрит, скаполіт і деякі інші. Характерні, особливо для слабометаморфізованих порід, тальк, хлорити, актиноліт, епідот, цоїзит, карбонати.

Мінеральний склад осадових порід характеризується присутністю тих мінералів, які є стійкими в зоні накопичення осадків або утворюються при екзогенних процесах. Серед них в першу чергу слід відмітити кварц, халцедон, опал, мінерали групи глини (каолініт, монтморилоніт), глауконіт, силікати заліза, гідроокисли заліза, марганцю, амонію. Характерні карбонати – кальцій, доломіт, сидерит, арагоніт, а також галоїдні сполуки і сульфати – галіт, сильвін, карналіт, гіпс, ангідрит, барит, целестин, мірабіліт.

При вивченні гірських порід також важливо знати їх форми залягання, адже вони часто притаманні певному типу генетичних порід. У природних умовах гірські породи складають різноманітні геологічні тіла, умови залягання, форма та розміри яких визначаються способом їх утворення. Так, вулканічні гірські породи – базальти, андезити, ріоліти утворюються внаслідок вивержень вулканів. При цьому глибинні магматичні розплави та інші продукти вулканічної діяльності вивергаються на денну поверхню, формуючи специфічні геологічні тіла – вулканічні потоки, покрови, купола та конуси (рис. 2.3). Якщо ж магматичний розплав при підйомі з глибинного резервуару не досягає земної поверхні, а укорінюється безпосередньо в оточуючі надра і застигає на певній глибині, то утворюються геологічні тіла, з зовсім іншими інтрузивними формами залягання (рис. 2.3) – жерловини, дайки, жили, штоки, сіли, лаколіти, лопотіти, батоліти, штоки. Такі інтрузивні тіла складені гіпабісальними (малоглибинними) та плутонічними (глибинними) гірськими породами.

Залежно від співвідношень із вмщуючими породами інтрузиви бувають згідними та незгідними. Залягання згідних інтрузивів (лаколіти, лополіти, сіли) узгоджується з елементами залягання вмщуючих порід. Незгідні інтрузиви (батоліти, штоки, дайки, інтрузивні жили) орієнтуються навхрест залягання вмщуючих порід. Внаслідок процесів тектонічного здіймання та ерозії, навіть найглибші інтрузивні тіла можуть відслонюватись на денній поверхні і стають доступними для безпосередніх геологічних спостережень.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015		Ф-23.05- 05.02/2/103.00.1/Б /OK8-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1 Арк 56 / 19



**Рис. 2.3. Форми залягання магматичних гірських порід**

*Батоліти* – величезні, площею більше сотні квадратних кілометрів, тіла. Форма їх найчастіше видовжено-овальна, ізометрична. Батоліти складені кислими породами (граніти, гранодіорити), які по краях поступово заміщуються породами середнього складу (сієнітами чи діоритами). За геофізичними даними розміри батолітів по вертикалі досягають 10-15 км.

*Штоки* – великі масиви магматичних порід площею умовно до 100 км<sup>2</sup>. Вони часто утворюють виступи куполоподібної форми на верхній поверхні батолітів.

*Сілі* утворюються внаслідок вторгнення рідкої магми основного складу вздовж площин нашарування осадових гірських порід. Залягають сілі між пластами (звідси і назва – пластові інтрузії), дуже часто утворюючи перешарування осадових і магматичних порід, у недислокованих і слабодислокованих товщах. Потужність сілів досягає сотень метрів.

*Лаколіти* – це куполоподібні, грибоподібні інтрузивні тіла діаметром до кількох кілометрів. Верхня поверхня їх опукла, нижня, що сполучається з підвідним каналом, плоска. Утворюються вони внаслідок вторгнення в'язкої кислої магми, яка припіднімає вмісні породи, згинаючи їх відповідно до своєї форми.

*Лополіти* – це чашоподібні міжпластові інтрузивні тіла, які утворюються внаслідок просідання підстеляючих порід під вагою магми основного чи ультраосновного складу. Вони досягають достатньо великих розмірів за площею – десятків тисяч квадратних кілометрів, тому характерні для платформ.

*Дайки* – інтрузивні плитоподібні тіла, які утворюються під час заповнення магмою тріщин. Вони бувають вертикальні, похилі, кільцеві. Товщина дайок різноманітна – від кількох сантиметрів до сотень метрів, протяжність – від десятків метрів до сотень кілометрів. Дайки складені породами різного складу – від ультраосновних до кислих.

Природні форми залягання вулканічних порід залежать від фізичних властивостей лави, способу її виверження та інших чинників. Лави з малою в'язкістю є найбільш рухливими, вони вільно без вибухів витікають на денну поверхню, часто заливаючи значні площі. Їх спосіб виверження зветься ефузивний. При такому способі виверження в умовах розчленованого рельєфу утворюються лавові потоки (рис. 3).

В'язкі лави, навпаки, є малорухомими. Вони дуже повільно вичавлюються на денну поверхню та не здатні розтікатися на великі відстані. Такий спосіб виверження зветься

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/103.00.1/Б /OK8-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 56 / 20

екструзивним. Вулканічні породи, які формуються у такий спосіб утворюють вулканічні купола, голки та обеліски.

Ще один спосіб вулканічного виверження – експлозивний (вибуховий), властивий для найбільш в'язких лав, насичених леткими компонентами. Вулканогенно-уламковий матеріал, що викидається у повітря під час експлозивних вивержень, зветься пірокластика. У процесі його ущільнення формуються пірокластичні породи, котрі залягають у формі пірокластичних потоків та пірокластичних покривів. Довготривалі експлозивні виверження призводять до утворення вулканічного конусу. Якщо ж у часі чергуються ефузивні та експлозивні виверження формуються складні стратовулкани.

Дуже часто після затухання вулканічної діяльності процеси ерозії та денудації поступово руйнують усі вищеописані геологічні форми залягання вулканічних порід. Тому, найбільш звичайними формами залягання давніх вулканічних порід є плаstopодібні тіла.

Натомість, осадові гірські породи утворюються шляхом механічного осадження та наступної цементації уламкового матеріалу, або хімічного осадження у водних басейнах. Тому, звичайною формою залягання уламкових порід є пласт (рис. 2.4а), що являє собою геологічне тіло плитоподібної форми, зі значною горизонтальною протяжністю але відносно невеликою товщиною, яке обмежене від оточуючих порід двома майже паралельними поверхнями нашаровування. При відсаженні мінеральної речовини з гарячих або холодних водних розчинів, що циркулюють по тріщинах та порожнинах в гірських породах утворюються мінералізовані жили (рис. 2.4б).



а



б

**Рис. 2.4. Пласти осадових порід (а) та мінералізовані гідротермальні жили (б)**

Метаморфічні породи формуються у процесі перетворення речовинного складу та/або будови будь-яких раніш утворених гірських порід під дією високої температури, тиску та флюїдів, що відбувається без розплавлення у твердому стані. За умов відсутності значних тектонічних деформацій, метаморфічні породи можуть зберігати форми залягання первинних магматичних та осадових порід, що підлягали метаморфізму. Наприклад, потужні осадові та вулканогенні товщі, які в результаті інтенсивного накопичення осадків занурюються до глибин, де відбуваються низькотемпературні метаморфічні перетворення, зазнають часткової перекристалізації та зміни мінерального складу але зберігають первинну пластову форму залягання.

Натомість, інтенсивні тектонічні деформації можуть суттєво вплинути на форму залягання метаморфічних порід. Зокрема, орогенний метаморфізм зазвичай супроводжується регіональним утворенням складок, розвитком кристалізаційної сланцюватості та крихкими деформаціями, які у тій чи іншій спосіб порушують первинне залягання гірських порід, що підлягають метаморфізму.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/103.00.1/Б /OK8-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 56 / 21

### 2.3. Магматичні гірські породи

Магматичні гірські породи утворюються внаслідок застигання і кристалізації магми в надрах Землі або на її поверхні.

**Магма** являє собою вогненно-рідкий силікатний розплав, який утворюється в верхній мантії та містить у собі різні хімічні елементи, їх окисли і леткі компоненти (фтор, хлор, воду, вуглекислоту).

За умовами утворення магматичні породи поділяють на інтрузивні, включаючи субвулканічні (напівглибинні і жильні), та ефузивні. Інтрузивні породи сформувалися на відносно великих глибинах; кристалізація субвулканічних (і жильних порід) відбувалася на невеликій глибині, ефузивні (що вилилися) – породи затверділи безпосередньо на денній поверхні.

Магматичні породи також класифікують і за хімічним складом (табл.3.). Для хімічної характеристики породи використовують вміст в ній оксиду кремнію ( $\text{SiO}_2$ ) як у вільному стані (у вигляді мінералу кварцу), так і у складі інших мінералів.

За вмістом кремнезему (або кислотності) всі магматичні породи діляться на 4 групи: *ультраосновні* менше 45%  $\text{SiO}_2$ , *основні* від 45% до 52%  $\text{SiO}_2$  *середні* від 52% до 65%  $\text{SiO}_2$  *кислі* від 65% до 75%  $\text{SiO}_2$

В окрему групу виділяються лужні породи, які характеризуються значним вмістом лугів (до 20 %) і меншою у порівнянні з кислими породами кількістю  $\text{SiO}_2$  (біля 40-55 %).

Кислотність породи повністю відображається її мінеральним складом. Так, в збагачених кремнеземом кислих породах з'являються вільні  $\text{SiO}_2$  (кварц), а в лужних породах, які збагачені натрієм – нефелін і значна кількість калієвих польових шпатів.

Таблиця 2.1

#### Класифікація найпоширеніших магматичних порід

Група за вмістом $\text{SiO}_2$ , %	Умови утворення				Переважне забарвлення	Головні породотвірні мінерали	
	Інтрузивні		Ефузивні			Світлі	Темні
	Глибинні	Напів-глибинні і жильні	Продукти зміни рідких лав	Тверді вулканогенні викиди			
	повнокристалічна структура		неповно-кристалічна структура	пірокластична структура			
Ультра основні <40	Дуніт Перидотит Піроксеніт	-	Пікрит	Кімберліт	Чорне, темно-зелене	-	100% олівін, піроксен
Основні 40-52	Габро	Діабаз	Базальт	Базальтовий туф	Темно-сіре, зелено-сіре	-	40-60% плагіоклаз 40-60% піроксен, іноді олівін
Середні 52-65	Діорит	Порфірит	Андезит	Андезитовий туф	Сіре, зелено-сіре	60-70% плагіоклаз кварц 30-40%	амфібол, рідше біотит піроксен
Кислі 65-75	Граніт	Кварцовий порфір, пегматит	Ліпарит, обсидіан, пемза	Ліпаритовий туф	Сіре, червоне	85-95% плагіоклаз КПШ, кварц	15-30% рогова обманка, біотит

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/103.00.1/Б /OK8-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 56 / 22

## 2.4. Метаморфічні гірські породи

Осадкові і магматичні гірські породи завдяки рухам земної кори можуть піддаватись впливу високої температури, великого тиску і різноманітних газових і водних розчинів. Природно, що при цьому вони змінюються. Сукупність процесів, які приводять до зміни гірських порід, називається *метаморфізмом*.

Метаморфічні перетворення гірських порід залежить від таких факторів: температури (Т), тиску (Р), що викликається вагою порід, які залягають вище, і горотворними процесами, складу порід і складу газових та водних розчинів, якщо вони беруть участь у метаморфізмі.

Механізм метаморфічних процесів полягає в обезводнюванні, перекристалізації і дії різних метасоматичних явищ.

Кількість  $H_2O$  і  $CO_2$  в процесі метаморфізму порід може суттєво змінюватись. Якщо при цьому вміст інших компонентів породи не змінюється, то метаморфізм називається ізохімічним, тобто відбувається обезводнювання і проста перекристалізація порід.

Якщо вміст хімічних елементів в процесі метаморфізму змінюється, то ми маємо справу з метасоматичним явищем, з приносом одних і виносом інших елементів. Останнє особливо чітко проявляється при контактово-метасоматичному утворенні скарнів, а також при ультраметаморфізмі, зокрема при гранітизації порід.

Метасоматоз – це метаморфізм із зміненням хімічного складу, з привнесенням і винесенням речовин без зміни об'єму.

Залежно від переважання певного фактору розрізняють декілька видів метаморфізму.

*Термальний метаморфізм* пов'язаний із зміною гірських порід під впливом температур (випалювання, загартування, часткова зміна мінерального складу і структури – перекристалізація).

*Динамометаморфізм* або дислокаційний метаморфізм, виникає при зануренні гірських порід на значні глибини і при процесах складкоутворення. В першому випадку він зв'язаний з загальним гідростатичним тиском порід, які залягають вище, у другому – з направленим тиском (стресом). Дякуючи динамометаморфізму відбувається зміна структури і частково мінерального складу.

*Контактний метаморфізм* пов'язаний з впливом магматичних мас, які укорінюються, на вміщуючі породи (температура, розчини). Якщо газові і водні розчини діють не тільки в зоні контакту, але і за її межами, то відбувається пневматолітовий чи гідротермальний метаморфізм. У цьому випадку метаморфічні явища полягають в метасоматичній переробці гірських порід із зміною їх хімічного і мінерального складу. Якщо розчини діють вздовж тріщини або жил, які виявляються найбільш ослабленими і зручними для проникнення напрямками, то метаморфізм називають навколотріщинним, або навколожильним.

*Регіональний метаморфізм* відбувається на великих глибинах в наслідок сумісного впливу на гірські породи високої температури, тиску і постмагматичних розчинів.

Регіональний метаморфізм охоплює великі ділянки земної кори, які містять різноманітні гірські породи. Явища регіонального метаморфізму особливо поширені в стародавніх і найбільш поширених породах. Вважають, що завдяки великій кількості ін'єкцій утворюються складні породи – мігматити. Їх утворення називається *мігматизацією*.

Крайня ступінь метаморфізму полягає в частковому або повному розплавленні гірських порід з утворенням вторинної магми. Ці процеси носять назву палінгенезу або анатексису.

Існує ще один вид метаморфізму – *регресивний (ретроградний) метаморфізм* або діафорез. Він виникає у тому випадку, коли глибокометаморфізовані породи в наслідок їх підняття до поверхні зазнають впливу більш низькотемпературних процесів.

Продукти метаморфізму можна виділяти за його видами, розрізняючи породи гідротермального, контактowego, дислокаційного і регіонального метаморфізму.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/103.00.1/Б /OK8-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 56 / 23

Таблиця 2.2

**Метаморфічні гірські породи**

Тип метаморфізму	Порода	Структура	Текстура	Мінеральний склад	Діагностичні ознаки
контактний	скарни	кристало-бластова	масивна	піроксени, гранат, епідот, карбонати, рудні	присутність гранату бурого кольору та епідоту фісташкового кольору
	роговики	тонкозерниста	масивна	кварц, ПШ, гранат	при ударі розколюються на гострокутні уламки
	мармур	дрібнозерниста, грубозерниста	масивна	кальцит, доломіт із домішками олівину, піроксенів	скипає з HCl
регіональний	глинистий сланець	приховано-кристалічна	сланцювата	глинисті мінерали, кварц, ПШ	породи темно-сірого кольору, легко розколюються
	філіти	кристалічна	тонко-сланцювата	серицит, хлорит, біотит, кварц	шовковистий блиск
динамо-метаморфізм	тектонічні брекчії	кластична	реліктова	реліктовий	
породи фації зелених сланців	сланці: хлоритові, талькові, серпентиніт	дрібнозерниста	тонко-сланцювата	хлорит, тальк, актиноліт, серицит	
породи амфіболітової фації	кристалічні сланці	лускувато-зерниста	плойчата	кварц, слюда, гранат	
	амфіболіт	кристало-бластова	сланцювата	рогова обманка, плагіоклаз	
	кварцит	гранобластова	масивна	кварц з домішками ПШ, амфіболу	щільні породи високої міцності
	залізистий кварцит	дрібнозерниста	смугаста	кварц, гематит, магнетит	
	мармур	кристало-бластова	масивна, смугаста	кальцит, доломіт	скипає із HCl
породи гранулітової фації	гнейс	зерниста	очкова	кварц, ПШ слюда, амфібол, піроксени, біотит	

Метаморфічні фації виділяються на основі вивчення парагенезисів мінералів, які представляють собою систему, що досягли рівноваги при певних Р-Т умов. Таким чином метаморфічна фація – це група порід, мінеральні парагенезиси яких відображають більше або менше подібні Р-Т умови метаморфізму. В міру вивчення Р-Т умов виділяються такі найголовніші фації: фація зелених сланців; епідот-амфіболітова фація; амфіболітова фація; гранулітова фація.

Фації розрізняються по знаходженню "критичних" мінералів або мінеральних асоціацій, можливих тільки в одній визначеній фації і не характерних для інших. Так фація





Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/103.00.1/Б /ОК8-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 56 / 25

Між групами осадових порід немає чітких границь. Їх будова визначається структурою і текстурою.

Уламкові породи є найбільш поширеними серед осадових порід, їх також прийнято називати кластичними або механічними породами. Уламкові породи утворюються з уламків мінералів і гірських порід, які накопичуються, в основному у водоймах і представляють собою пухкі або зцементовані механічні відклади.

В основу класифікації уламкових порід (табл. 2.4.) покладені три основні фактори: величина уламків, ступінь обкатаності та цементації.

При визначенні піщаних і алевритових порід, окрім розміру уламків, необхідно визначити мінеральний склад уламків і цементу, текстурні особливості; а при визначенні глинистих порід необхідно враховувати їх забарвлення, текстуру, наявність домішок і пластичність.

Таблиця 2.4

**Класифікація уламкових і глинистих порід**

Групи і спосіб нагромадження мінеральної маси	Клас	Структура і розмір уламків, мм	Пухкі породи		Зцементовані породи	
			обкатані уламки	необкатані уламки	обкатані уламки	необкатані уламки
Уламкові (механічні нагромадження уламків)	Грубо уламкові (псефтитові)	Грубо уламкові більше 100, 10 - 100 10 - 2	Валуни, галька, гравій	Брилли, жорства	Конгломерат, гравеліт	Брекчія
	Середньо уламкові (псамітові)	Піщана (псамітова) 2 – 1 1- 0,5 0,5 – 0,25 0,25 – 0,1	Пісок Грубозернистий Крупнозернистий Середньозернистий Дрібнозернистий		Пісковик Грубозернистий Крупнозернистий Середньозернистий Дрібнозернистий	
	Дрібно уламкові (пилуваті)	Алевритова (мулувата) 0,1 – 0,01	Алеврит (лес)		Алевроліт	
Глинисті накопичення тонких уламків і утворення хімічним шляхом у водоймах і на суходолі)	Глинисті	Глиниста (пелітова) менш 0,01	Глина		Аргіліт	

Хімічні та біохімічні осадові породи утворюються шляхом випадання з розчинів (хімічні породи) або завдяки життєдіяльності організмів, які поглинають та концентрують

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/103.00.1/Б /OK8-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 56 / 26

деякі сполуки у своїх тілах й скелетах (сполуки заліза, фосфору, кремнію, вуглецю і карбонату). Ці породи класифікуються за хімічним складом (табл.2.5).

Таблиця 2.5

**Класифікація біохімічних порід**

Клас порід	Порода	Головні породотворні мінерали	Основні структури	Діагностичні ознаки
1	2	3	4	5
Глино-земисті	боксити	оксиди і гідроксиди Al і Fe (беміт, діаспор)	бобова (оолітова)	червоно-бурий колір, щільні
Залізисті	бурий залізняк	оксиди і гідроксиди Fe (лімоніт, гетит)	оолітова	іржаво-бурі землісті маси, натічні форми і конкреції
Марганцеві	марганцеві породи	піролюзит, манганіт	оолітова	натічні форми, землісті агрегати або конкреції чорного, темно-сірого кольору
Фосфатні	фосфорит	апатит з глинистою та органічною речовиною	пеліто-морфна	конкреції сірого, буро-сірого або бурого кольору
Сульфатні	ангідрит, гіпс	ангідрит, гіпс	зерниста	
Галоїдні	кам'яна сіль, карналіт	галіт, сильвін, карналіт	зерниста	солоні або гіркі на смак
Кремністі	діатоміт	накопичення мікроскопічних кістяків діатомових водоростей, які складаються з опалу	органогенна	білі або світло-жовті пористі, м'які й легкі пухкі породи, добре вбирають вологу
	трепел	мікроскопічні кульки опалу хімічного походження з домішками дрібних уламків кварцу, глинистих та карбонатних частин	пеліто-морфна	порода світло-сірого кольору, володіє адсорбуючими властивостями, м'яка, бруднить руки
	опока (ущільнений трепел)	мікроскопічні кульки опалу хімічного походження з домішками дрібних уламків кварцу, глинистих та карбонатних частин	пеліто-морфна	щільна, легка порода з раковистим зламом сірого кольору, липне
	яшма	тонко зернистий халцедон, кварц з домішками оксидів і гідроксидів Fe (бурі й червоні яшми), хлориту і глинистого мінералу (сірі й зеленуваті) органіки (темно-сірі)	кристалічна	тверді, щільні строкато забарвлені породи
	кремінь	халцедон з домішками глинистої та органічної речовини, гідроксидів Fe	кристалічна	щільні міцні породи з раковистим зламом від світло-сірого до чорного кольору

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/103.00.1/Б /OK8-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 56 / 27

Продовження таблиці 2.5

1	2	3	4	5
Карбонатні	вапняк хемогенний	кальцит	дрібно-зерниста оолітова	
	вапняк біогенний	цілі або роздроблені мушлі різних макро- і мікроорганізмів	органогенна	скипає з HCl
	крейда	порошкоподібний кальцит, який містить значну кількість мікроскопічних залишків водоростей і раковин різних організмів (головним чином планктонних)	пеліто-морфна	Порода білого кольору, землистий злам, бруднить руки, скипає з HCl
	мергель	кальцит з домішками глинистого матеріалу	пеліто-морфна	скипає з HCl
	доломіт	доломіт з домішками кальциту, гіпсу, піщаних і глинистих уламків	зерниста	
Горючі корисні копалини	торф, буре вугілля, кам'яне вугілля, антрацит, горючий сланець, нафта, асфальт, озокерит		органічна, аморфна	

## 2.6. Порядок виконання лабораторної роботи з визначення гірських порід

При вивченні гірських порід, їх текстури та структури рекомендується застосовувати наступну схему роботи, що має полегшити визначення гірських порід.

1. З'ясувати структуру породи. Якщо порода має – кристалічно-зернисту структуру, то це ймовірно магматична, метаморфічна або хемогенна осадова порода. Якщо порода має уламкову структуру, то це скоріш за все уламкова або органогенна осадова порода.

2. Визначити текстуру породи. Якщо текстура масивна або пориста, то це магматична або метаморфічна порода. В інших випадках керуватися характерними для кожної групи гірських порід текстурами.

3. Перевірити масивні кристалічно-зернисті мономінеральні (які складаються з одного мінералу) породи на твердість та реакцію з соляною кислотою, відібрати метаморфічні кварцит та мармур.

4. Для діагностики магматичних порід визначити колір породи, встановити наявність або відсутність кварцу. Серед порід світлого забарвлення кислими є ті, де легко діагностується кварц, зважаючи на його високий вміст (до 35 %). В середніх виявити його значно складніше, і це вдається, як правило, лише з допомогою лупи, а в основних та ультраосновних породах він відсутній, і порода має темне до чорного забарвлення. Після цього визначити структуру і текстуру породи і за цими ознаками віднести її до інтрузивної чи ефузивної генетичної групи. За отриманими діагностичними ознаками дати назву зразку породи.

5. Для діагностики осадових порід треба перевірити породу на тестову реакцію із соляною кислотою, визначити структуру і текстуру породи, характерні індивідуальні ознаки (наприклад, солоний смак у кам'яної солі, металевий блиск у антрациті тощо), за

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/103.00.1/Б /OK8-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 56 / 28

встановленими фізичними та хімічними ознаками дати назву породи у відповідності з класифікаційними ознаками. При вивченні крупно-уламкових порід найперше слід встановити обкатаними є уламки чи кутастими.

6. Для діагностики метаморфічних порід треба насамперед визначити колір, мінеральний склад, структуру і текстуру зразків порід та назвати породу.

7. Занести вивчені характеристики всіх зразків гірських порід учбової колекції у звітну таблицю (приклад табл.2.6), та визначити назву гірської породи.

Таблиця 2.6

**Приклад заповнення звітної таблиці з діагностики гірських порід**

<i>Назва породи, генетичний тип</i>	<i>Структура</i>	<i>Текстура</i>	<i>Колір</i>	<i>Мінеральний склад</i>	<i>Характерні форми залягання</i>
Габро – магматична інтрузивна, основна	дрібнозерниста	масивна	темно-сірий	плагіоклаз, піроксен	дайки, штоки
Пісковик – осадова, уламкова, зцементована	дрібноуламкова	безладна	світло-коричневий	ПШ, кварц	пласти
Мармур – динамометаморфічна	середньозерниста	смугаста	рожевий	кальцит	пласти

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/103.00.1/Б /OK8-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 56 / 29

### **Лабораторна робота №3. Побудова геологічних карт і розрізів**

*Мета:* надання здобувачам вищої освіти базових знань з методики побудови геологічних карт і розрізів за фрагментом топографічної карти

*Необхідне обладнання:* геологічна документація, лінійка, кольорові олівці

#### **3.1. Вказівки загального характеру**

Інженерно-геологічні вишукування – комплекс взаємопов'язаних робіт інженерно-геологічного та гідрогеологічного характеру, що виконуються в певній технологічній послідовності.

До складу інженерно-геологічних вишукувань входять: збирання, систематизація, аналіз та узагальнення наявних даних про природні умови ділянки будівництва, інженерно-геологічне рекогносцирування, інженерно-геологічна зйомка, інженерно-геологічна розвідка.

У результаті проведення інженерно-геологічних вишукувань виконують роботи з узагальнення та систематизації отриманих матеріалів. Дається загальна характеристика природних геоморфологічних, геологічних, гідрогеологічних та інженерно-геологічних умов території. Роботи завершуються складанням різного роду інженерно-геологічних карт, розрізів тощо. Для всебічного висвітлення та оцінки інженерно-геологічних умов складають як загальні, так і спеціальні інженерно-геологічні карти.

*Загальні* інженерно-геологічні карти відображають усі найголовніші показники, що визначають інженерно-геологічні умови: геолого-структурні та літологічні характеристики ґрунтів, вік, генезис, обводненість відкладів, характер підземних вод, геодинамічні процеси та явища. Детальність зображення показників визначається масштабом карти.

*Спеціальні* інженерно-геологічні карти призначаються для оцінки території з позицій вимоги одного виду будівництва або показу закономірностей за одним якимось фактором (зсуви ґрунту, карст) і використання цієї інформації для різних видів будівництва. Залежно від складності інженерно-геологічних умов складається одна загальна карта або кілька різних допоміжних карт.

*За масштабом* інженерно-геологічні карти можна класифікувати на оглядові (масштаб 1:2 500 000; 1:500 000), виконуються для великих регіонів, на них виокремлюють комплекси відкладів, для яких можуть бути дані узагальнювальні характеристики. Дрібномасштабні карти (1:200 000; 1:100 000) супроводжують державну геологічну зйомку і на них окремо картується всі основні компоненти інженерно-геологічних умов, відображаються рельєф, гідрографія, тектоніка, процеси тощо. Середньомасштабні карти (1:50 000; 1:25 000) виконуються на територіях перспективного великого будівництва або в районах розвитку негативних процесів і явищ. Великомасштабні карти (1:10 000; 1:5 000) застосовують під час складання проектів техніко-економічного обґрунтування (ТЕО), генеральних планів, планування, в інженерно-геологічному районуванні. Детальні карти (плани) (1:2 000) використовують під час проектування об'єктів будівництва в складних умовах.

*Геоморфологічна* карта відображає генетичні форми, тип і вік окремих елементів рельєфу; окремі елементи рельєфу, що впливають на характер використання території (крутизна схилів терас, ступінь ерозійної розчленованості); фізико-геологічні процеси та явища (карст, зсуви, мерзлотні, еолові процеси тощо); гідрографічну мережу тощо.

*Геолого-літологічна* карта відображає вік і генезис порід, що залягають на поверхні відповідно до прийнятої стратиграфічної шкали, а також генетичних позначень; склад порід, що залягають із поверхні, відповідно до умовних позначень; елементи залягання шарів; фактичний матеріал – бурові свердловини, опорні оголення, лінії геологічних розрізів, абсолютні позначки гирла виробок і поверхні окремих шарів. Залежно від складності інженерно-геологічних умов складається одна загальна карта або кілька різних допоміжних карт.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/103.00.1/Б /OK8-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 56 / 30

*Гідрогеологічна карта* значною мірою обґрунтовує інженерно-геологічну оцінку території. На ній показують глибину й абсолютні відмітки поверхні підземних вод, характер водомістких порід, розвиток верховодки, прогнози амплітуди коливання ґрунтових вод. За своїм змістом гідрогеологічні карти вельми різноманітні, оскільки як відображають складність гідрогеологічних умов і задовольняють різним цілям, які переслідують під час дослідження підземних вод. Так, гідрогеологічні карти використовують під час з'ясування можливостей водопостачання, зрошення або осушення території, а також з метою боротьби з карстовими провалами та зсувами. З усіх видів спеціальних гідрогеологічних карт найбільший інтерес і практичне значення для інженерних цілей мають карти гідроізогіпс. Такі карти характеризують поверхню ґрунтових вод, тобто вод першого від поверхні землі водоносного горизонту, витриманого за площею. Саме з цими водами найчастіше доводиться стикатися в практичній роботі.

*Інженерно-геологічний розріз* являє собою вертикальний переріз ділянки земної кори із зображенням на ньому геологічних факторів, зібраних і охарактеризованих відповідно до вимог, які ставить проектування і будівництво інженерних споруд. Розрізи можуть складатися за геологічними картами або безпосередньо за матеріалами буріння, шурфування, геофізичних робіт, за описом природних оголень.

Інженерно-геологічні розрізи часто складають не лише за прямими, а й за ламаними лініями для найповнішого відображення змін у просторі всіх основних чинників, що впливають на інженерно-геологічну оцінку місцевості. Геологічні розрізи мають дати уявлення про зміну геологічної будови та гідрогеологічних умов у тому чи іншому напрямку, зокрема, по вісях майбутніх споруд. Під час побудови розрізів вдаються до зменшення горизонтального масштабу порівняно з вертикальним, з метою зменшення довжини креслень. Вертикальний масштаб приймають у 10 і більше разів більшим за горизонтальний.

Якщо інженерно-геологічні розрізи складають для характеристики природних основ конкретних споруд, під час вибору їхнього напрямку враховується розміщення споруд і його окремих відповідальних частин. Залежно від мети дослідження напрямком для складання розрізу або профілю можуть слугувати вісі проєктованих споруд, мостових переходів і дорожніх трас, створи гребель тощо. Масштаб вибирається відповідно до мети, для якої складається розріз, і від масштабу залежить ступінь детальності розрізів. Для характеристики основ споруд зазвичай будують розрізи в масштабі 1:200 - 1:500.

*Інженерно-геологічні колонки* призначені для зображення інженерно-геологічних умов у будь-якій одній точці спостереження. Інженерно-геологічна колонка являє собою вертикальний переріз земної кори в будь-якій одній точці спостереження із зображенням на ній геологічних чинників. Часто складають колонки для свердловин, які не можуть бути об'єднані в розрізи внаслідок проходки в стороні від ліній розрізів або у віддалених одна від одної точках.

На інженерно-геологічних картах і розрізах виділяють *інженерно-геологічні елементи* (ІГЕ) – геологічне тіло у просторі, деякий об'єм ґрунту одного й того самого номенклатурного виду (шар, прошарок, лінза тощо). ІГЕ може бути описаний узагальненими показниками складу і властивостей порід, що його складають. У межах генетично однорідного геологічного тіла обсяг ІГЕ може бути різним залежно від того, які з показників складу, властивостей, стану або комплексу показників прийняті як критерій виділення. Це характеристики фізичного стану ґрунтів, такі як число пластичності, показник консистенції, пористість, а також механічні характеристики ґрунтів, а саме властивості міцності та деформації. Таким чином, для одного й того самого інженерно-геологічного розрізу можна виділити різні інженерно-геологічні елементи залежно від розв'язуваного завдання (стадія вишукувань, характер проєктованих споруд). Залежно від характеру структурних зв'язків мінеральних агрегатів і зерен гірські породи поділяють на два принципово різних класи: клас

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/103.00.1/Б /OK8-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 56 / 31

грунтів із жорсткими (кристалізаційними або цементаційними) структурними зв'язками і клас ґрунтів без жорстких структурних зв'язків.

### 3.2. Методика побудови геологічного розрізу за фрагментом геологічної карти

При дослідженні крупних об'єктів – великих ділянок земної кори доводиться відображати їх в масштабі, зменшувати, упускаючи при цьому частини, деталі, але при цьому має зберігатися в цілісності зображення. Одним з таких прийомів є складання геологічних карт, тобто своєрідних моделей крупних ділянок земної кори.

Геологічні карти складаються і видаються у вигляді планшетів і мають ту ж номенклатуру, що топографічні планшети. Геологічна карта будується на топографічній основі, з якої зазвичай видаляються умовні знаки, що не дають уяви про будову рельєфу. Горизонталі на дрібномасштабних картах часто теж розріджуються. Геологічна ситуація з акцентом на конкретний зміст залежно від різновиду карт відображається за допомогою умовних знаків складу, віку і умов залягання гірських порід. На власне геологічній, тобто віковій карті і на її різновидах видаляється покрив четвертинних континентальних відкладів, що займають 90% поверхні суходолу. На карті четвертинні відклади показуються в тих випадках, коли неможливо встановити будову порід, що їх підстилають або, якщо четвертинні відкладення містять корисні копалини, наприклад, воду.

Залежно від складності геологічної будови району для кожного планшета геологічної карти будуються один або декілька розрізів. Лінії розрізів вибираються так, щоб можна було якнайповніше відобразити основні риси геологічної будови території, що представлена на карті. При горизонтальному заляганні гірських порід найбільш раціональним напрямом розрізу є лінія, яка проходить через найвищу і найнижчу точки рельєфу, впоперек простягання найбільшої річкової долини. Масштаби розрізів повинні відповідати масштабу геологічної карти, виключенням є побудова розрізів товщ, які залягають горизонтально. В цьому випадку дозволено зменшувати вертикальний масштаб так, щоб висота розрізу складала 10-12 см, а шар мінімальної потужності був не менше 4 мм. На геологічному розрізі повинні бути представлені всі шари гірських порід, відомих за даними буріння або геологічними даними.

Взаємовідносини між окремими шарами вказують на історію утворення всієї товщі осадових порід. Розрізняють два основних типи співвідношення шарів: згідне і незгідне залягання.

Згідне залягання характеризує безперервний процес накопичення осадків, тобто залягання шарів в суворій віковій послідовності. Межі шарів тут зазвичай паралельні. При паралельності кордонів шарів розрізняють нормально згідне залягання, коли шари розташовані горизонтально, і порушене згідне залягання, коли шари лежать похило або зім'яті в складку, але вікова послідовність нашарування зберігається.

В умовах горизонтальної поверхні землі при похилому заляганні шарів площини нашарування порід зображують на карті паралельними прямими лініями. При похилому заляганні говорять про елементи залягання шару: простягання, падінні (лінії падіння) і кути падіння.

Складчасті порушення гірських порід є складними порушеннями первинного залягання шарів гірських порід. Основними формами і одиницями цих порушень є складки і флексури. На геологічних картах складки мають вигляд симетричних смуг, які розташовані паралельно ядру складки. При цьому у антиклінальних складок в ядрі розташовані давніші породи, ніж на крилах, а у синклінальних – молодші. На карті зі складчастим заляганням смуги мають різну ширину і форму, що залежить від характеру, рельєфу і кута падіння крил складки.

Горизонтальне залягання шарів гірських порід є первинним, непорушеним і властиве, як правило, молодим осадовим товщам. Горизонтальне або близьке до нього залягання обумовлене накопиченням і сортуванням відкладів у водоймах, за рахунок чого покривля і

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/103.00.1/Б /OK8-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 56 / 32

підосва шарів гірських порід, що послідовно формуються, виявляються паралельними і горизонтальними. Горизонтальним залягання вважається у тому випадку, коли кут нахилу шарів не перевищує 5-7 градусів.

На геологічних картах з горизонталями шари гірських порід, що залягають горизонтально, розпізнаються за наступними ознаками.

- межі між різновіковими шарами гірських порід проходять паралельно або співпадають з горизонталями місцевості;
- межі між різновіковими шарами гірських порід мають неправильні, часто замкнуті контури, цілком залежать від характеру рельєфу. При достатньо розчленованому рельєфі шари мають вид паралельних смуг, що концентрично охоплюють підняття. У ярах і долинах річок ці смуги витягнуті уздовж схилів, причому молоді шари складають більш високі елементи рельєфу (вододіли), а стародавні приурочені до берегів річок. Таким чином, спостерігається наступна закономірність: наймолодшим шарам відповідають найбільші абсолютні висотні відмітки, а більш давнім – найменші;
- при незначній розчленованості рельєфу шари, що залягають горизонтально, на карті відображаються або у вигляді одного суцільного поля, зафарбованого в колір найбільш молодшого шару гірських порід, або у вигляді декількох широких різнокольорових смуг.

### 3.3. Порядок виконання роботи

Розглянемо приклад побудови розрізу I-I за фрагментом геологічної карти, зображеної на рис. 3.1.a. Розріз рекомендується будувати в наступному порядку:

1. Провести лінію топографічного профілю поверхні Землі, яка за умовою задачі горизонтальна.

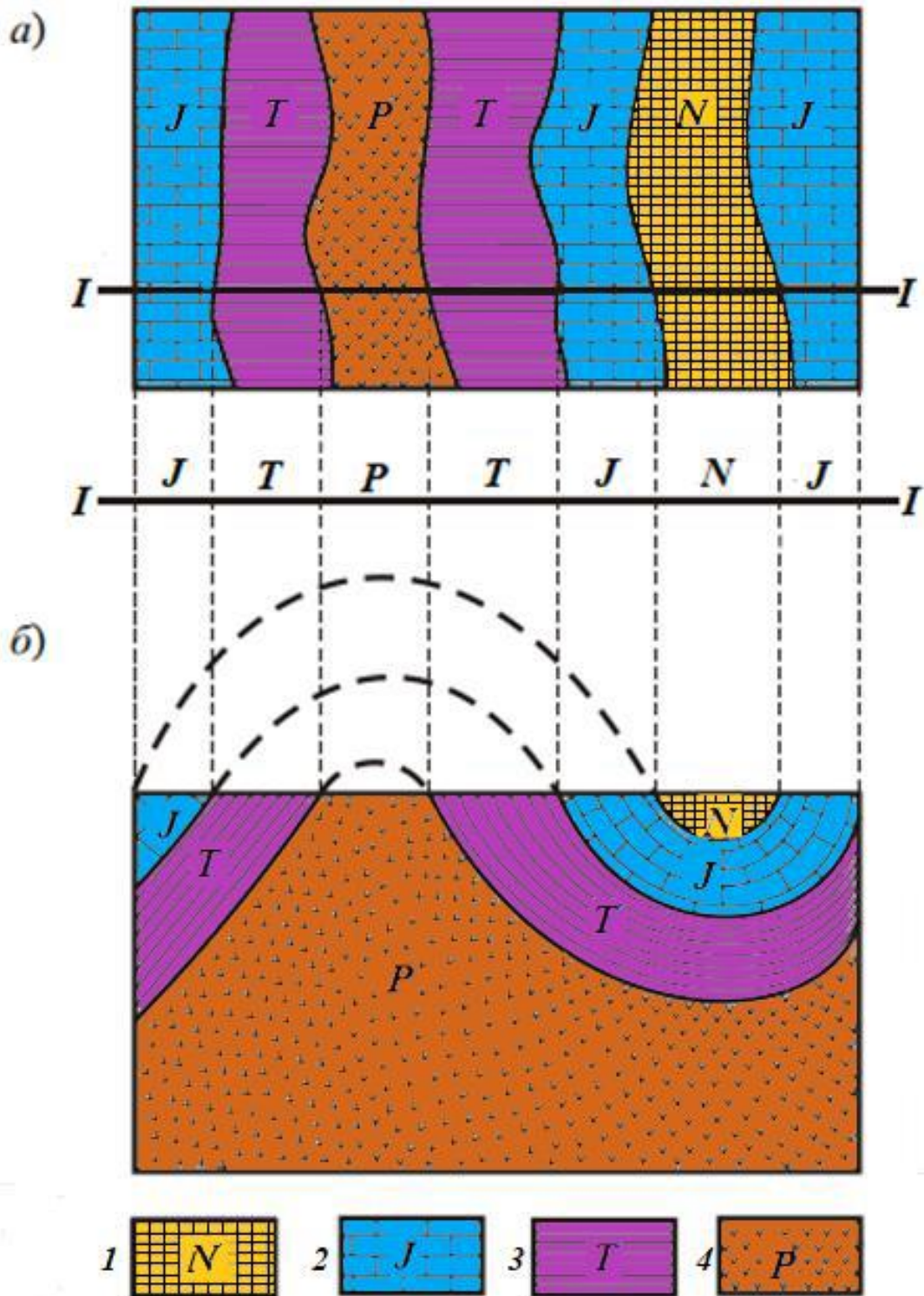
2. На профіль перенести точки перетину розрізу зі стратиграфічними межами на карті, як показано на рисунку 3.1.б. У розрізі ці точки лежатимуть на лініях меж шарів (покрівлі або підосви), тому праворуч і ліворуч від точок на топографічному профілі олівцем позначають індекси віку порід.

3. Далі до проведення меж між шарами необхідно проаналізувати геологічну історію розвитку району. Найдавнішими відкладами, що виходять на поверхню в межах карти, є пермські (Р). Поруч із ними на тих самих абсолютних відмітках симетрично оголюються породи тріасу (Т) і далі юри (І). Спочатку ці породи лежали горизонтально: внизу – пермські, на них тріасові і вище – юрські. Опинитися на одній висоті над рівнем моря вони могли лише внаслідок занурення в одних місцях і підняття в інших, тобто внаслідок деформації. Деформація призвела до зминання шарів у складки, які прогнуті донизу (синкліналі) і опуклі догори (антикліналі). Під час розмиву і формування рівнинного рельєфу складки зрізані. Оголено ядро антикліналі, в якому залягають найдавніші породи і синкліналі, в якому збереглися від розмиву найбільш молоді породи. Вони повсюдно залягали нагорі й тому розмиті в першу чергу. Виходячи з вище сказаного, вікові геологічні межі (між Р і Т та ін.) проводимо похило і так, щоб давні породи лежали під більш молодими (див. рисунок 3.1.б). Зруйновані частини складки відновлюються пунктиром. Незважаючи на принципово правильне малювання антиклінальної та синклінальної складок, їхні кути при вершинах, а отже, і нахил крил приймають довільно, оскільки для однозначного розв'язання питання інформації в цьому разі недостатньо.

4. На завершення оформлення розрізу штрихуванням позначити літологічний склад порід, індексами та кольором – вік; записи зроблені олівцем стерти. Праворуч від розрізу помістити умовні позначення, укладені в прямокутники розміром 10×15 мм. Прямокутник забарвлюється відповідним кольором, заповнюється штриховими знаками або крапом і всередині його проставляється індекс. Праворуч дається словесне пояснення умовного знаку. Умовні позначення розташувати в стратиграфічній послідовності – від більш молодих до давніших.



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/103.00.1/Б /OK8-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 56 / 33



**Рис. 3.1. Фрагмент геологічної карти території (а) та розріз по лінії I-I (б)**  
 1 – крейда неогенового віку; 2 – вапняк юрського віку; 3 – глина тріасового віку; 4 – андезит пермського віку

### 3.4. Завдання до виконання роботи

Перекресліть фрагмент геологічної карти території на аркуш формату А3 згідно варіанту (табл. 3.1). Користуючись фрагментом карти території із приблизно горизонтальною поверхнею рельєфу, побудуйте можливий розріз по лінії I-I в припущенні, що шари гірських порід залягають згідно і кожен шар у межах карти має постійну потужність. Шари гірських

порід на фрагменті карти та розрізі позначте відповідним кольором за віком і крапом за літологією. Яку форму порушеного залягання порід (дислокацію) видно на карті й розрізі?

Таблиця 3.1.

**Вихідні дані для побудови геологічного розрізу  
за фрагментом геологічної карти**

№ вар.	Фрагмент геологічної карти	№ вар.	Фрагмент геологічної карти
1		11	
2		12	
3		13	
4		14	
5		15	

Продовження таблиці 3.1.

1	2	3	4
6		16	
7		17	
8		18	
9		19	
10		20	

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/103.00.1/Б /OK8-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 56 / 36

## *Лабораторна робота №4 Побудова карт гідроізогіпс*

*Мета:* надання здобувачам вищої освіти базових знань з методики побудови гідрогеологічних карт.

*Необхідне обладнання:* калькулятор, олівець, лінійка, кольорові олівці

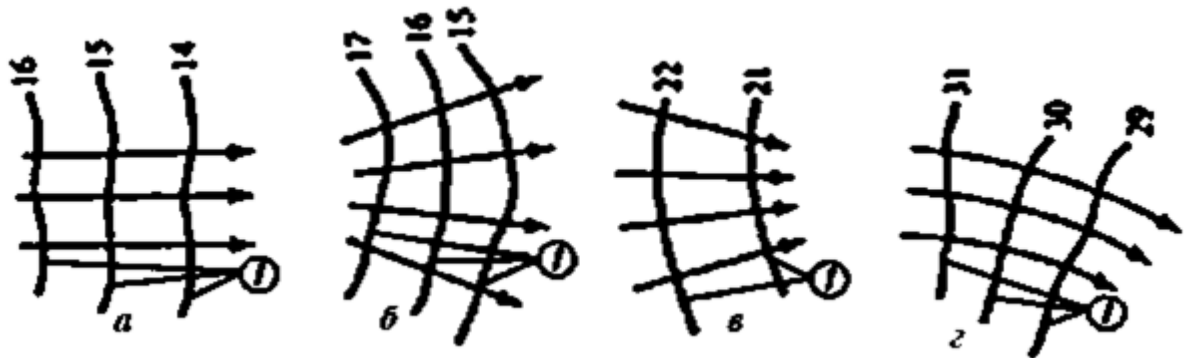
### **4.1. Вказівки загального характеру**

Для оцінки гідрогеологічних умов місцевості, виявлення можливостей водопостачання, влаштування полів фільтрації, зрошення або осушення території, а також боротьби з карстовими провалами та зсувами складають гідрогеологічні карти.

З усіх видів спеціальних гідрогеологічних карт найбільший інтерес і практичне значення для інженерних цілей мають *карти гідроізогіпс*, які є графічним зображенням поверхні (дзеркала) ґрунтових вод.

*Гідроізогіпси* – це плавні лінії, які з'єднують точки з однаковими абсолютними (іноді відносними) відмітками рівня ґрунтових вод. Зовні карта гідроізогіпс виглядає як карта горизонталей рельєфу місцевості.

Напрямок потоку визначається як найкоротша відстань між двома гідроізогіпсами в будь-якому місці площадки. Потік спрямований від більшої гідроізогіпси до меншої. Залежно від положення ліній струмів розрізняють потоки плоскі (рис. 4.1 а) – лінії струмів паралельні між собою, радіальні (рис. 4.1 б, в) – лінії струмів розходяться або сходяться, криволінійні (рис. 4.1 г). За наявності декількох видів потоків в одному, його називають складним.



**Рис. 4.1. Форми потоків ґрунтових вод**

*а – плоский; б – радіальний, що розходиться; в – радіальний, що сходиться; г – криволінійний*

Побудова гідрогеологічних карт (карт гідроізогіпс) аналогічна побудові топографічних карт, гідроізогіпси – аналогічні горизонталям рельєфу. Карту гідроізогіпс слід будувати за наступним алгоритмом:

1. Побудувати план розташування свердловин у визначеному масштабі.
2. Зліва від свердловини вказати її номер; справа записати дріб у вигляді: в чисельнику записати абсолютну відмітку гирла свердловини, а в знаменнику – абсолютну відмітку рівня ґрунтових вод (різниця між абсолютною відміткою гирла свердловини і глибиною залягання РГВ).

3. З'єднати свердловини тонкими прямими лініями. Застосовуючи спосіб інтерполяції, відзначити на цих лініях точки, відповідні гідроізогіпсам з абсолютними відмітками в цілих метрах (в деяких випадках – через 0,5 м).

4. Відзначені точки з'єднати плавними лініями, враховуючи, що гідроізогіпси не можуть перетинатися або обриватися в межах ділянки. Іноді вони можуть утворювати замкнуті лінії.

5. Показати напрям руху ґрунтового потоку стрілками. При цьому слід пам'ятати, що потік завжди направлений від великих абсолютних відміток до менших та його напрям є перпендикулярним гідроізогіпсам.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/103.00.1/Б /OK8-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 56 / 37

6. Вибрати на карті гідроізогіпс напрям (створ), на якому має місце найбільша різниця рівнів, тобто найбільший гідравлічний ухил або напірний градієнт. Визначити його за наступною формулою:

$$I = (H_1 - H_2) / l = \Delta H / l \quad (4.1)$$

де  $H_1, H_2$  – абсолютні відмітки рівня ґрунтових вод (РГВ) на обраному напрямку;

$\Delta H$  – різниця між  $H_1$  і  $H_2$ ;

$l$  – відстань між точками з рівнями  $H_1$  та  $H_2$ .

7. За визначеним значенням гідравлічного ухилу  $I$  та заданим коефіцієнтом фільтрації  $k_f$  найпроникнішого шару водонасичених ґрунтів розрахувати швидкість фільтрації:

$$V = k_f \cdot I, \text{ м/добу} \quad (4.2)$$

8. Визначити дійсну швидкість руху ґрунтових вод з використанням значення пористості  $n$  того ж шару ґрунту:

$$V_d = V / n, \text{ м/добу} \quad (4.3)$$

де  $n$  – пористість ґрунту, яка визначається за формулою:  $n = e_1 / (1 + e)$

#### 4.2. Порядок виконання роботи

Розглянемо приклад побудови карти гідроізогіпс за даними вимірів рівня ґрунтових вод у 16 свердловинах, які закладені у водоносному горизонті у вигляді квадратної сітки. Відстань між свердловинами 40 м, масштаб 1:1000. Перетин гідроізогіпс – 0,5 м, коефіцієнт фільтрації становить  $k_f = 24$  м/добу. Приклад оформлення карти гідроізогіпс наведено на рисунку 4.2.

№

свердловини 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

Абсолютна

відмітка рівня 3,7 3,2 3,0 2,7 3,0 2,4 1,8 1,2 3,5 3,0 2,5 1,8 4,1 3,6 3,0 2,5  
води, м

За картою гідроізогіпс визначаємо:

1. У кожному квадраті визначаємо напрямок (стрілками) руху ґрунтових вод.

2. У першому квадраті визначаємо значення напірного градієнта:

$$I = \frac{h_2 - h_1}{L} = \frac{3,5 - 3}{19,3} = 0,026$$

3. Визначаємо швидкість фільтрації води в тому ж квадраті:

$$V = I \cdot k_f = 0,026 \cdot 24 = 0,624 \text{ м/добу}$$

4. Визначаємо максимальне значення напірного градієнта:

$$I_{max} = \frac{h_2 - h_1}{L_{min}} = \frac{2,0 - 1,5}{11,1} = 0,045$$

5. Максимальна швидкість води по всій карті:

$$V_{max} = I_{max} \cdot k_f = 0,045 \cdot 24 = 1,08 \text{ м/добу}$$

6. Визначаємо мінімальне значення напірного градієнта:

$$I_{min} = \frac{h_2 - h_1}{L_{max}} = \frac{3,0 - 2,5}{33,3} = 0,015$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/103.00.1/Б /ОК8-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 56 / 38

7. Мінімальна швидкість води по всій карті:

$$V_{min} = I_{min} \cdot k_{\phi} = 0,015 \cdot 24 = 0,36 \text{ м/добу}$$

Карта гідроізогіпс  
М 1:1000

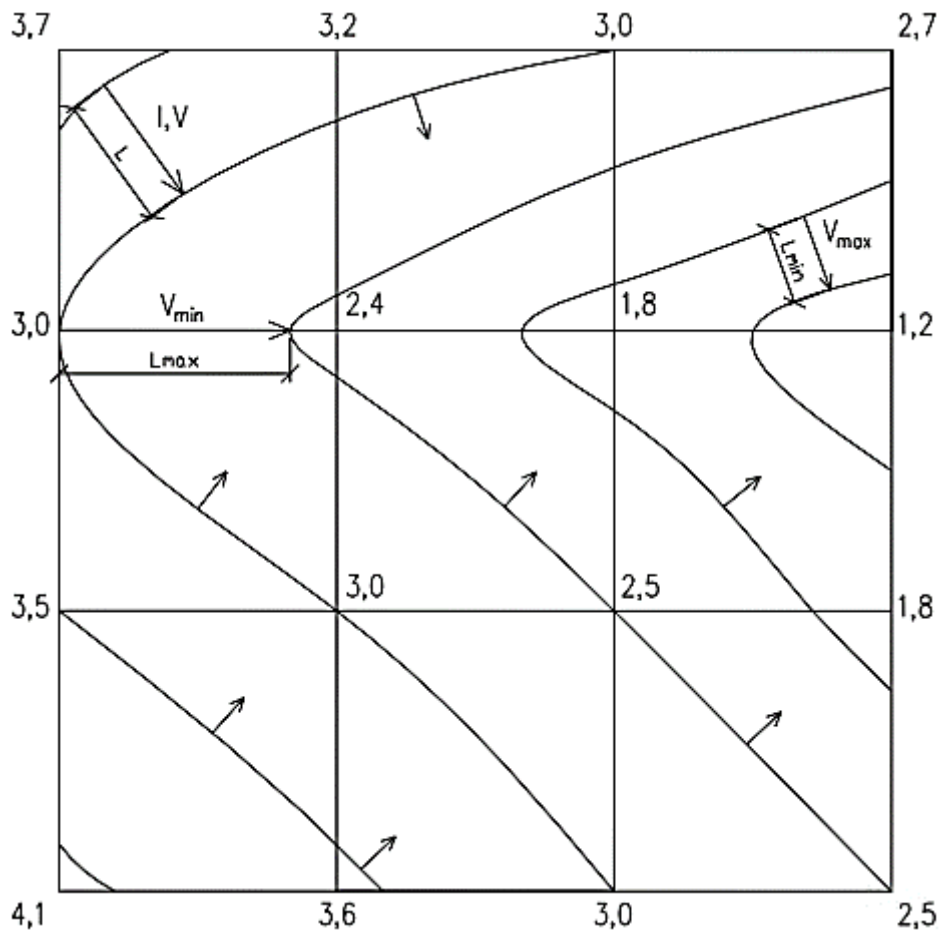


Рис. 4.2. Приклад побудови карти гідроізогіпс

Карта гідроізогіпс широко використовується для встановлення напрямку потоку ґрунтових вод, величини напірного градієнта, глибини залягання води, а також для підрахунку швидкості руху води.

Напрямок руху ґрунтових вод визначають шляхом опускання перпендикуляра від гідроізогіпси з великою відміткою на гідроізогіпсу з меншою відміткою. Напрямок ґрунтового потоку збігається з цим перпендикуляром.

Для визначення ухилу потоку за картою гідроізогіпс на площі певної ділянки беруть різницю між відмітками крайніх гідроізогіпс на цій ділянці і ділять її на відстані між ними.

Глибину залягання ґрунтових вод у будь-якій точці визначають за різницею між відміткою горизонталі поверхні землі та відміткою гідроізогіпси в даній точці.

Поверхня ґрунтових вод, як показують інженерно-геологічні дослідження великих площ, здебільшого нерівна, хвиляста. Часто вона повторює рельєф поверхні. Однак таке співвідношення поверхні землі та поверхні ґрунтових вод на окремих ділянках може порушуватися.

Глибина залягання ґрунтових вод також залежить від рельєфу місцевості. В річкових долинах, ярах та інших пониженнях рельєфу ґрунтові води знаходяться на порівняно невеликій глибині. У міру підвищення рельєфу глибина залягання ґрунтових вод

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05-05.02/2/103.00.1/Б /OK8-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 56 / 39

збільшується. На вододілах та інших височинах глибина залягання може досягати кілька десятків метрів.

Таким чином, за допомогою карти гідроізогіпс вирішуються наступні основні завдання: встановлення характеру поверхні (дзеркала) ґрунтових вод, напрямок їхньої течії, величини напірного градієнта, швидкості руху води, глибини залягання ґрунтових вод з метою найбільш сприятливих ділянок для будівництва будівель і споруд із фундаментами, що глибоко залягають.

#### 4.3. Завдання до виконання роботи

Побудуйте карту гідроізогіпс за даними замірів рівня ґрунтових вод у 16 свердловинах, які закладені у водоносному горизонті у вигляді квадратної сітки. Відстань між свердловинами 40 м, масштаб 1:1000.

За картою гідроізогіпс необхідно визначити:

- напрямок руху ґрунтових вод (дати стрілками);
- значення напірного градієнта на будь-якій ділянці (квадраті);
- швидкість фільтрації води в тому ж квадраті;
- максимальну та мінімальну швидкості руху води на всій карті гідроізогіпс і показати контури їхнього прояву.

Таблиця 4.1

Завдання до побудови карти гідроізогіпс

№ вар.	Номери свердловин																к <sub>фр</sub> , м/добу	Переріз ізогіпс
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
	Абсолютна відмітка рівня води, м																	
1	10	9,0	8,2	7,4	8,6	7,8	7,2	6,6	7,7	6,3	6,2	5,7	7,1	6,2	5,7	5,0	6,2	0,5
2	8,2	6,7	6,0	7,0	8,6	7,8	7,2	8,0	9,2	8,3	8,7	9,0	9,7	9,3	9,4	9,5	9,2	0,5
3	8,0	7,0	6,0	4,5	8,5	7,2	5,5	5,0	8,5	7,5	7,0	6,5	9,0	8,3	7,5	7,0	8,0	0,5
4	7,1	6,6	6,0	5,5	6,5	6,0	5,5	3,8	6,0	5,4	4,8	4,2	6,7	6,2	6,0	5,7	5,5	0,5
5	7,0	6,8	6,7	6,6	6,8	6,6	6,2	6,3	6,6	6,3	5,9	6,0	6,2	6,1	6,0	5,4	3,5	0,2
6	6,0	9,7	7,5	8,5	6,5	10	8,5	6,5	8,5	11	7,5	6,0	7,5	9,5	8,6	6,5	5,0	1,0
7	6,0	5,2	5,0	4,5	5,8	5,4	5,3	5,1	6,0	5,8	5,6	5,2	6,1	5,9	5,5	6,0	6,0	0,2
8	8,1	6,6	6,1	7,1	8,6	7,6	7,2	8,1	9,3	8,3	8,6	9,0	9,6	9,2	9,4	9,5	9,1	0,2
9	4,0	5,5	8,0	7,0	5,5	6,0	10	8,5	5,0	8,0	11	7,0	5,5	7,0	9,0	8,0	3,0	0,5
10	10	9,2	8,0	7,2	8,6	7,6	7,0	6,6	7,6	6,3	6,1	5,6	7,2	6,2	5,8	5,0	6,2	0,2
11	7,5	5,0	3,0	2,0	6,0	4,0	2,5	1,5	4,5	3,0	1,5	2,8	3,0	1,0	1,8	3,2	4,0	0,2
12	2,0	3,5	4,5	3,5	2,5	4,0	5,5	4,5	3,5	5,0	6,5	5,5	4,5	6,0	7,5	6,5	7,0	0,5
13	5,0	3,8	6,5	7,5	6,0	4,0	5,0	6,2	7,5	6,2	4,5	5,8	6,0	4,0	6,5	6,2	4,0	0,2
14	7,6	6,5	6,0	5,4	6,5	6,0	5,3	3,8	5,8	4,4	3,8	3,2	6,9	6,1	6,0	4,7	5,5	0,5
15	6,6	5,8	5,4	5,3	5,8	5,6	5,1	5,3	5,6	5,3	4,5	5,1	5,2	5,1	5,0	4,3	3,5	0,2
16	5,5	5,2	4,3	4,7	5,5	4,6	3,8	3,2	5,2	4,2	3,7	3,5	5,0	4,0	3,0	2,5	7,5	0,5
17	3,5	4,2	4,3	4,7	4,5	5,1	5,8	5,2	4,2	4,6	4,7	4,5	5,5	4,9	3,6	2,9	8,0	0,5
18	3,2	2,7	2,2	2,0	2,6	2,0	1,4	1,8	3,0	2,5	2,0	1,5	3,6	3,1	2,6	2,0	4,0	0,5
19	4,8	3,3	2,5	3,5	4,0	3,8	2,1	3,0	5,0	4,5	2,8	3,5	6,2	5,3	5,0	5,8	4,5	0,5
20	4,0	2,8	5,5	6,5	5,0	3,0	4,0	5,2	6,5	5,2	3,5	4,8	5,0	3,0	5,5	5,2	4,0	0,2

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/103.00.1/Б /OK8-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 56 / 40

## ЧАСТИНА II. ОСНОВИ ГЕОДЕЗІЇ

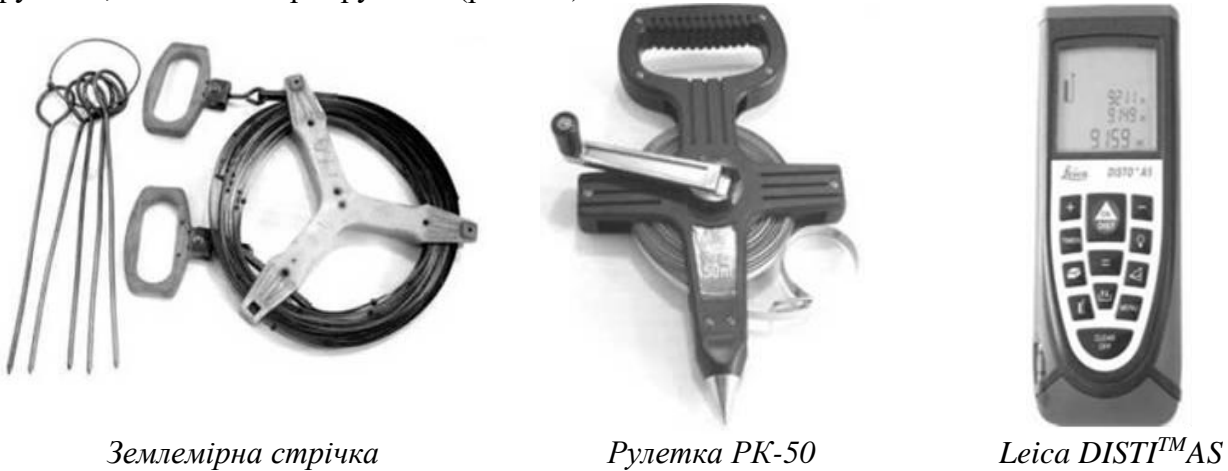
### Лабораторна робота №5. Вимірювання ліній на місцевості

*Мета:* набути навичок з вимірювання ліній на місцевості

*Прилади і обладнання:* мірні стрічки, рулетки, віддалеміри.

#### 5.1. Вказівки загального характеру

В інженерно-геодезичних роботах лінійні вимірювання виконують мірними стрічками, рулетками, нитковим та оптичним віддалемірами, електронними тахеометрами. Для топографо-геодезичних та вишукувальних робіт часто застосовується землемірна стрічка і рулетка, а також лазерні рулетки (рис. 5.1).



Землемірна стрічка

Рулетка PK-50

Leica DISTI™ AS

Рис. 5.1. Прилади для лінійних вимірювань

#### 5.2. Вимірювання довжин ліній мірними стрічками

Перед початком лінійних вимірювань проводять компарування стрічок та рулеток. За еталон або компаратор приймають відрізки ліній на місцевості або в лабораторії, довжини яких відомі з високою точністю, близько 1 : 100 000. Знаючи точну довжину компаратора  $L_0$  і вимірявши його довжину  $L$  за допомогою стрічки (рулетки), що перевіряється, визначають поправку за компарування  $\Delta l_k$  та дійсну довжину  $l$  стрічки (рулетки):

$$\Delta l_k = \frac{L_0 - L}{n}, \quad (5.1)$$

$$l = l_0 + \Delta l_k, \quad (5.2)$$

де  $n$  – кількість укладень стрічки,

$l_0$  – номінальна довжина сталюї стрічки.

Якщо вимірювання лінії не буде виконуватись в створі (тобто не по прямій, а по ламаній лінії), тоді виміряна довжина лінії буде більша за дійсну, оскільки ламана лінія завжди довша за пряму. Лінію між точками місцевості вимірюють в прямому та зворотньому напрямках.

Довжина лінії, що виміряна стрічкою, обчислюється за формулою

$$S = n \cdot l_0 + r, \quad (5.3)$$

де  $n$  – кількість укладень стрічки;

$l_0$  – номінальна довжина сталюї стрічки;

$r$  – довжина доміру (залишок).



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/103.00.1/Б /OK8-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 56 / 41

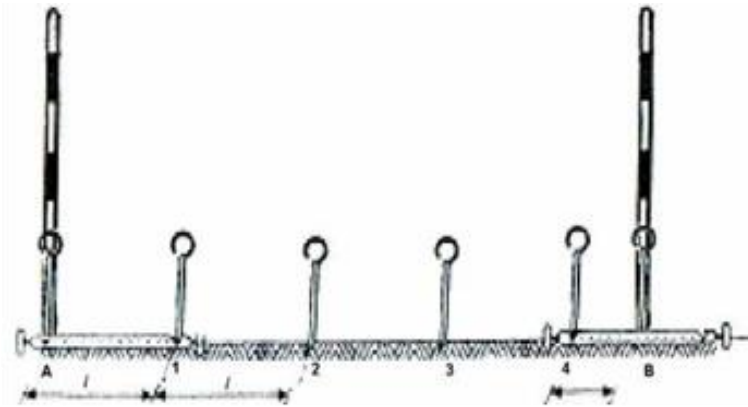


Рис. 5.2. Вимірювання ліній стрічкою

Якщо довжина стрічки відрізняється від номіналу  $l_0$ , то вводять поправку за компарування стрічки  $\Delta l_k$ . В такому випадку довжина лінії обчислюється за формулою

$$S = n(l_0 + \Delta l_k) + \frac{\Delta l_k}{l_0} \cdot r + r + \Delta S_t, \quad (5.4)$$

де  $\Delta S_t$  – поправка у виміряну довжину лінії за різницю температур при компаруванні і вимірюванні лінії, яка обчислюється за формулою

$$\Delta S_t = \alpha(t_{\text{середн.}} - t_k)S, \quad (5.5)$$

де  $\alpha = 0,0000125$  – коефіцієнт лінійного розширення сталі;

$t_{\text{середн.}}$  – середня температура, при якій проводились виміри;

$t_k$  – температура при компаруванні стрічки;

$S$  – довжина лінії без введення поправок за компарування.

$\Delta S_t$  вводиться тільки тоді, коли різниця  $t_{\text{середн.}} - t_k \geq 8^\circ \text{C}$ .

Як відомо, на місцевості вимірюють похилу лінію  $S$ . Для побудови плану використовують її горизонтальне прокладення  $d$ , тобто її проекцію на горизонтальну площину. Щоб визначити горизонтальну проекцію лінії місцевості, необхідно виміряти кут нахилу  $v$ . Тоді

$$d = S \cdot \cos v, \quad (5.6)$$

### 5.3. Вимірювання довжин ліній нитковим далекоміром

Під час вимірювання відстаней нитковим далекоміром прилад встановлюють над точкою  $N$  (рис. 5.3, а), а рейку в точці  $M$ . По додатковим (далекомірним) ниткам  $a'$  і  $b'$  в полі зору труби (рис. 5.3, б) беруть далекомірний відлік  $AB=1$ , а відстань між точками  $N$  і  $M$  –  $D$ , визначають за формулою:

$$D = D' + f + \delta \quad (5.7)$$

де  $D'$  – відстань від переднього фокуса об'єктива  $F$  до рейки;

$f$  – фокусна відстань об'єктива зорової труби;

$\delta$  – відстань від об'єктива до вертикальної вісі теодоліта

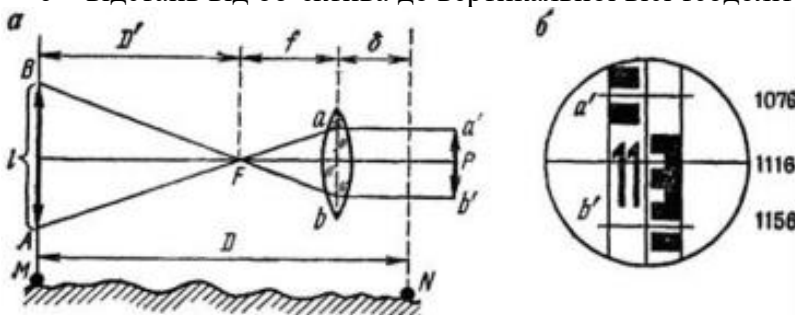


Рис. 5.3. Нитковий далекомір:  
а) оптична схема;  
б) поле зору труби

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/103.00.1/Б /OK8-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 56 / 42

Відрізок  $D'$  визначають з подібності трикутників  $ABF$  і  $abF$ :

$$D' = \frac{f}{p} l \quad (5.8)$$

Відношення  $f/p=K$  називають коефіцієнтом далекоміра, а суму  $f+\delta=c$  – постійною далекоміра.

Таким чином, для зорової труби з зовнішнім фокусуванням відстань по нитковому далекоміру розраховують за формулою:

$$D = Kl + c \quad (5.9)$$

При зйомці в масштабі 1:5000 і менше величиною  $c$  нехтують і відстань визначають за формулою:

$$D = Kl \quad (5.10)$$

Горизонтальну відстань між точками  $N$  і  $M$  (при куті нахилу  $\nu > 0^\circ$ ) визначають за формулою:

$$\begin{aligned} \text{при } \vartheta > 2^\circ \quad d &= D \cdot \cos^2 \vartheta \\ \text{при } \vartheta \leq 2^\circ \quad d &= D \end{aligned} \quad (5.11)$$

За відсутності даних про значення сталих далекоміра їх визначають у польових умовах. Якщо труба теодоліта з внутрішнім фокусуванням, то коефіцієнт  $K$  і  $c$  можна визначити за результатами кількох вимірювань (рис. 5.4).

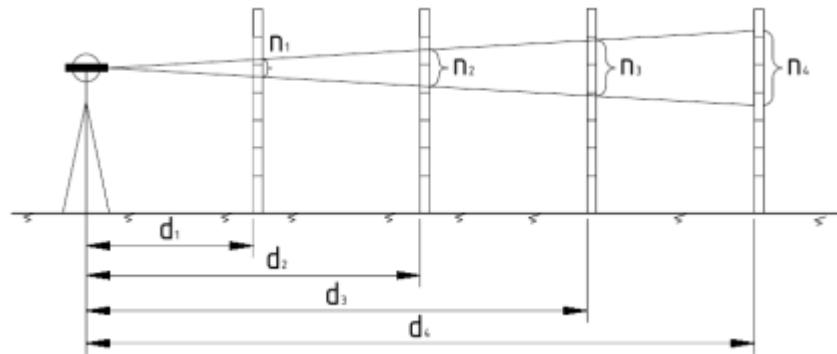


Рис. 5.4. Визначення сталих далекоміра

Для цього ділянку  $AB$  довжиною 80 м поділяють на 4 ділянки по 20 м, закріплюють кілочками. Беруть відліки і складають рівняння:

$$d_1 = Kl_1 + c ; d_2 = Kl_2 + c ; \quad (5.12)$$

$$d_3 = Kl_3 + c ; d_4 = Kl_4 + c$$

Віднявши послідовно від рівняння (2) рівняння (1), від (3) – (2) і від (4) – (3) отримаємо:

$$K = \frac{d_2 - d_1}{l_2 - l_1} \quad K = \frac{d_3 - d_2}{l_3 - l_2} \quad K = \frac{d_4 - d_3}{l_4 - l_3} \quad (5.13)$$

З трьох рівнянь (2.13) знаходять середні значення:

$$\bar{K} = \frac{\sum K}{3} \quad (5.14)$$

$$c = d_1 - \bar{K}l$$

#### 5.4. Порядок виконання роботи

Для вимірювання довжини лінії мірною стрічкою її розбивають на ділянки з приблизно однаковими кутами нахилу, закріплюють ділянку кілочками, накреслюють схему виміру, виконують вішення лінії.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/103.00.1/Б /ОК8-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 56 / 43

Вимірювання виконують дві людини і результати вимірювання довжини кожної ділянки записують в журнал (табл. 5.1). Кожну з ділянок теодолітного ходу вимірюють у прямому й зворотному напрямках.

Таблиця 5.1.

**Журнал лінійних вимірювань**

Номер ділянки (лінії)	$n$	$r$	$\frac{S_{пр}}{S_{зв}}$	$\Delta S, м$	$\Delta S_{доп}, м$	$S, м$	$v$	$d, м$
1-2								
2-1								
...								
....								

Перевіряють виконання нерівності:

$$\frac{(S_{пр}-S_{зв})/S_{пр}}{\Delta S} \leq f_{сдоп} \quad (5.15)$$

де  $f_{сдоп}$  – відносна допустима похибка вимірювання (для М 1:500 і М 1:1000 дорівнює відповідно 1/3000 і 1/2000);  $\Delta S_{доп}=S_{пр} \cdot f_{сдоп}$  – допустима похибка.

При виконанні нерівності (5.15) беруть середню величину з двох вимірювань:

$$S=(S_{пр}+S_{зв})/2 \quad (5.16)$$

У разі невиконання нерівності вимірювання повторюють

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/103.00.1/Б /OK8-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 56 / 44

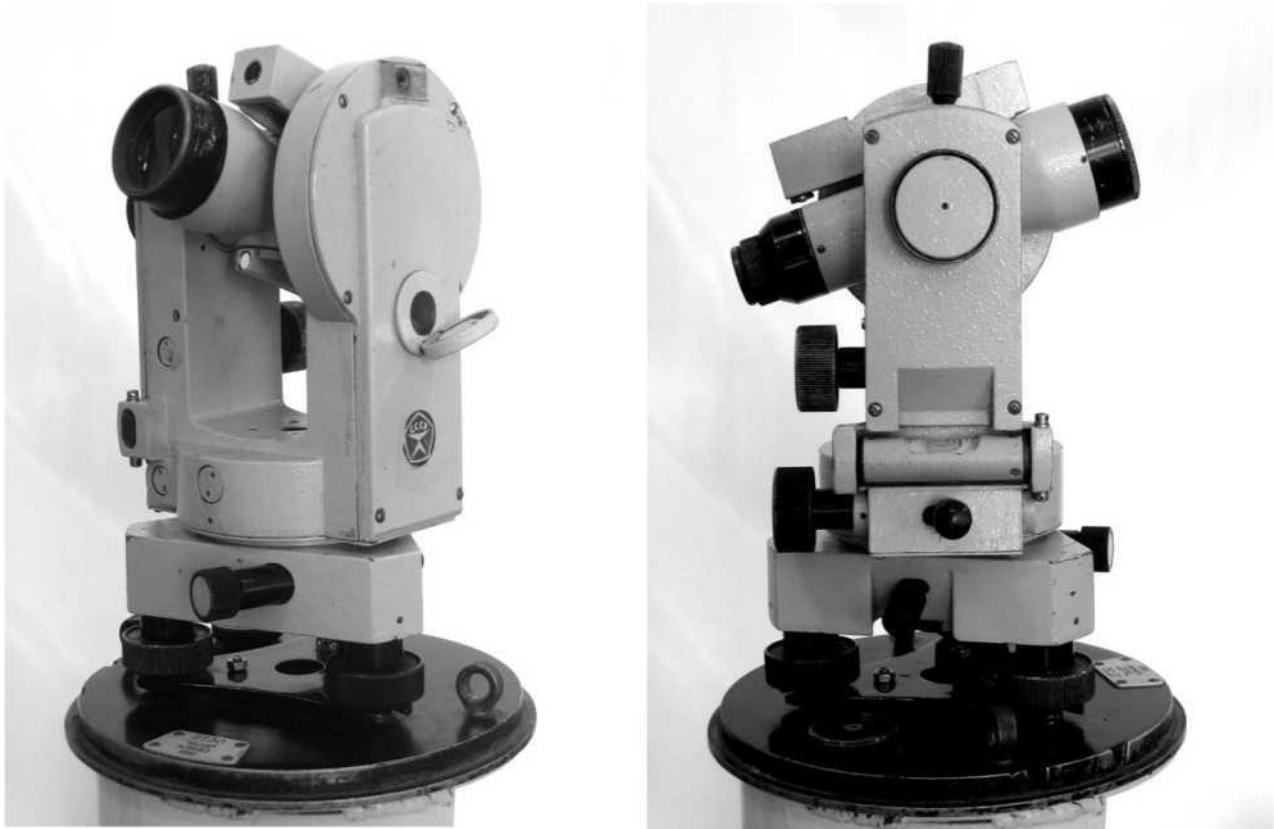
## *Лабораторна робота №6. Вимірювання кутів*

*Мета:* набути навичок з вимірювання кутів між точками на земній поверхні за допомогою теодолітів

*Прилади і обладнання:* теодоліти 2Т30 і 2Т30П, штатив, рулетки, віхи, віддалеміри.

### **6.1. Вказівки загального характеру**

Прилад для вимірювання кутів між точками на земній поверхні називається **теодолітом**. Теодоліти поділяють на класи відповідно до середньої квадратичної похибки виміру кута одним прийомом. Теодоліт 2Т30 дозволяє виміряти кут одним прийомом з похибкою 30" .



**Рис. 6.1. Теодоліт 2Т30**

Крім основної функції кутомірних робіт цей інструмент робить можливим:

- визначення дистанцій із застосуванням нитяного далекоміра;
- нівелювання за допомогою розташованого на зоровій трубі рівня;
- визначення на місцевості магнітних азимутів з підключенням зовнішньої бусолі.

Простота конструкції, зручність експлуатації і відмінна швидкість зняття відліків роблять можливим використання теодоліта 2Т30П в різних областях:

- в будівництві виробничих будівель і об'єктів житлової інфраструктури;
- в сільському господарстві і лісовому господарстві при роботі з земельними ділянками і виконанні теодолітних і тахеометричних ходів;
- в інженерних і геологічних дослідженнях для робіт в складних польових умовах експедицій;
- в інших роботах, що не вимагають особливої точності вимірювань.

Маркування теодоліта «2Т30П» розшифровується так:

«2» – інструмент другого покоління, яке має деякі удосконалення в порівнянні з попереднім;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/103.00.1/Б /OK8-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 56 / 45

«Т» – теодоліт;

«З0» – клас точності, що визначає похибка в хвилинах, відносить даний теодоліт до технічних інструментів, що володіє малою точністю;

«П» – спеціальний електронний пристрій зорової труби теодоліта дає зображення прямого бачення.

Зорова труба має середнє значення збільшення – 20-кратне, зображення прямого типу формується чітко і контрастно, що забезпечує більшу зручність виконання робіт і максимальний комфорт для зору обслуговуючого фахівця. Розташований на зоровій трубі рівень дозволяє виконувати за допомогою інструменту найпростіше нівелювання.

Конструкція обладнана шкаловим мікроскопом, відлік в якому ведеться по розміченій шкалі. Система вертикальної вісі – повторювальна.

Виконаний з надміцного композитного матеріалу корпус забезпечує максимальний захист механізмам теодоліта від пилових забруднень, вологи, конденсату та інших неприємних факторів. Для приєднання бусолі з метою визначення магнітних азимутів є посадковий паз.

Таблиця 6.1

### Основні технічні характеристики теодолітів серії ТЗ0

Технічні характеристики	Назва теодоліта		
	ТЗ0	2ТЗ0П	2ТЗ0М
Середня квадратична похибка вимірювання одним прийомом, сек			
горизонтального кута	30	30	30
вертикального кута	45	30	45
Збільшення зорової труби, крат	20	20	21
Світловий діаметр об'єктива, мм	29	25	25
Найменша віддаль візування, м	1,2	1,0	1,0
Діаметр горизонтального/вертикального круга, мм	72/72	72/72	72/72
Ціна поділки лімба	1010	1/1	1/1
Ціна поділки шкал мікроскопа	-	5	1
Ціна поділки рівня, сек			
на алідаді горизонтального круга	45	45	60
на зоровій трубі	20	20	20
Висота теодоліта, мм			
загальна	240	235	275
від горизонтальної вісі	175	180	200

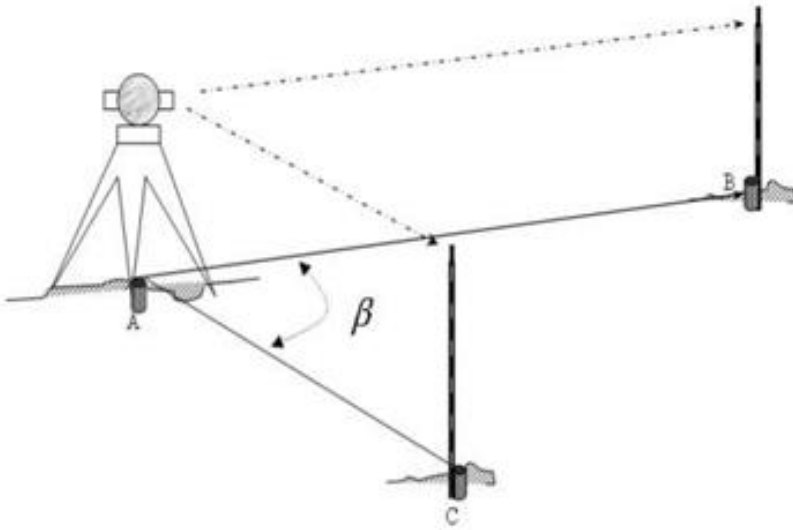
### 6.2. Порядок виконання роботи

Для вимірювання *горизонтального* кута теодоліт центрують над його вершиною **A** нитковим виском або зоровою трубою (рис. 6.1). На точках **B** і **C** встановлюють візирні цілі: віхи, шпильки, марки тощо. Прилад приводять у робоче положення.

Вимірювання кута  $\beta$  починаючи з наведення зорової труби на точку **B** при положенні вертикального кута КЛ. Перед спостереженнями необхідно домогтися чіткого зображення сітки ниток, обертаючи окулярне діоптрійне кільце, і чіткого зображення візирної цілі обертанням фокусувального гвинта.

При закріпленому горизонтальному крузі (лімбі) відкріплюють закріпний гвинт алідади і наводять зорову трубу на т. **B** за допомогою коліматорного прицілу. Для точного наведення сітки ниток на точку (візирну ціль) користуються навідними гвинтами алідади і зорової труби. Відлічують горизонтальний круг і записують відлік у польовий журнал (табл. 6.2, відлік 1).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/103.00.1/Б /OK8-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 56 / 46



**Рис. 6.2. Схема вимірювання горизонтального кута**

Відкріпивши алідаду наводять зорову трубу на т. С. При цьому горизонтальний круг (лімб) залишається закріпленим. Знову відлічують відліковий пристрій і записують результат в табл. 6.2, відлік 2.

Описані дії складають перший півприйм вимірювання горизонтального кута.

Після цього зорову трубу переводять через zenit.

При закріпленій алідаді відкріплюють закріпний гвинт лімба і, повертаючи верхню (алідадну) частину приладу, змінюють положення лімба, приблизно, на декілька градусів. Закріплюють лімб, відкріплюють алідаду і при іншому положенні вертикального круга КП знову наводять зорову трубу на т. В. Відлік записують в журнал (табл.3, відлік 4). Відкріпивши алідаду візують на т. С і знову беруть відлік (табл.3, відлік 5). Таким чином, закінчують другий півприйм вимірювання кута.

Обидва півприйоми складають повний прийом.

Обчислення в журналі виконують в наступній послідовності:

- Обчислюють значення кута  $\beta$  в півприйомах (табл. 6.2, значення кута 3 і 6), тобто  $\beta = C-B$ .

- Якщо різниця значень  $\beta$  і  $\beta'$  не перевищує допуск  $1'$ , обчислюють середнє значення кута  $\beta_{сер.}$  (табл. 6.2, значення 7), яке приймають за остаточне.

Значення кута  $\beta$  і  $\beta'$  повинно збігатися між собою в межах подвійної точності відлікового пристрою. Різниця вимірних значень горизонтального кута, одержаних з двох півприймів для теодоліта 2Т30, не повинна перевищувати допуск  $1'$ .

Таблиця 6.2

**ЖУРНАЛ**  
**вимірювання горизонтальних кутів**

Назва станції	Назва точок наведення	Відліки горизонтального круга	Значення кута $\beta$	Середнє значення кута $\beta_{сер.}$
		<b>КЛ</b>		
	С	175°47,5' (2)		
			44°27,0' (3)	
	В	131°20,5' (1)		
А		<b>КП</b>		44°26,5' (7)
	С	264°02,0'		
			44°26,0' (6)	
	В	219°36,0'		

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/103.00.1/Б /OK8-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 56 / 47

Для зручності обчислення *вертикальних* кутів існує умова: коли візирна вісь зорової труби і вісь рівня при алідаді вертикального круга горизонтальні, нульові поділки алідади повинні збігатися з нульовими поділками вертикального круга. В дійсності ця умова порушується і візирна вісь труби може займати горизонтальне положення, і бульбашка рівня знаходитиметься в нуль-пункті, а відлік вертикального круга не дорівнює нулю.

Для тахеометрів без циліндричного рівня при алідаді вертикального круга (**Т-30, 2Т30**) відлік вертикального круга, коли візирна вісь труби горизонтальна, а вертикальна вісь обертання приладу - прямовисна, називається *місцем нуля вертикального круга*.

Якщо місце нуля невідомо, то кут нахилу вимірюють двічі – візуючи на точку при КЛ і КП. За результатами цих двох відліків обчислюють і кут нахилу  $V$ , і місце нуля  $MO$ .

Основні формули для обчислень кутів нахилу та місця нуля.

Для **Т-30**

$$MO = \frac{КЛ + КП + 180^\circ}{2} \quad (6.1)$$

$$v = MO - КП - 180^\circ;$$

$$v = КЛ - MO;$$

$$v = \frac{КЛ - КП - 180^\circ}{2} \quad (6.2)$$

Для **2Т-30**

$$MO = \frac{КЛ + КП}{2} \quad (6.3)$$

$$v = MO - КП;$$

$$v = КЛ - MO;$$

$$v = \frac{КЛ - КП}{2} \quad (6.4)$$

**Приклад.** Відлік вертикального круга (2Т30)  $КЛ = 3^\circ 29.0'$  а  $КП = -3^\circ 23.0'$ .

$$MO = \frac{3^\circ 29' + (-3^\circ 23')}{2} = +0^\circ 03'; \quad v = 3^\circ 29' - 0^\circ 03' = +3^\circ 26'.$$

Контроль:  $v = 0^\circ 03' - (-3^\circ 23') = +3^\circ 26'$ ; або  $v = \frac{3^\circ 29' - (-3^\circ 23')}{2} = +3^\circ 26'$ .

Одним з контролів якості вимірювання кутів нахилу є сталість  $MO$ . Коливання його величини під час вимірювань на одній станції не має перевищувати подвійної точності відлікового пристрою теодоліта. Величина  $MO$  не впливає на результати вимірювань, але зручніше, коли воно близьке до  $0^\circ$ .

Ниткові віддалеміри є в зорових трубах, що мають в полі зору віддалемірні нитки (рис. 6.3). Вони дозволяють виміряти віддаль від теодоліта (тахеометра) до рейки. Коефіцієнт ниткового віддалеміра  $K$  є величина стала і близька до 100.

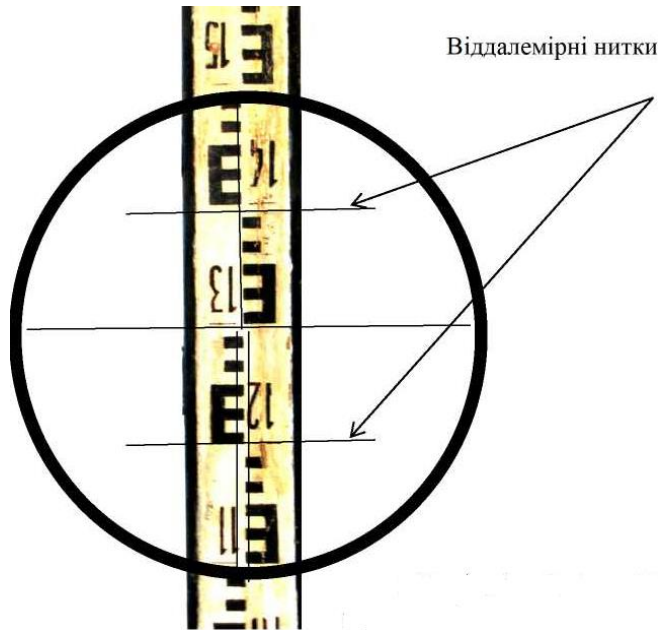
Під час вимірювань одну з віддалемірних ниток для зручності відлічування спрямовують на початок дециметра. Далі обчислюють віддаль  $n$  між віддалемірними штрихами на рейці. Виміряну відстань  $D$  обчислюють за формулою

$$D = K \cdot n$$

На рис. 6.3. віддаль виміряна нитковим віддалеміром складає:

$$D = 100 \cdot 19.5 \text{ см} = 19.5 \text{ м}$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/103.00.1/Б /OK8-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 56 / 48



**Рис. 6.3. Вимірювання ліній нитковим віддалеміром**

Знаючи похилу віддаль (або її горизонтальну проекцію) від теодоліта до рейки та кут нахилу цієї лінії за формулами тригонометричного нівелювання можна обчислити перевищення  $h$  між точкою, над якою центровано теодоліт і точкою, в якій встановлено рейку

$$h = \frac{1}{2} D \cdot \sin 2v + i - l \quad \text{або} \quad h = d \cdot \operatorname{tg} V + i - l$$

де  $i$  - висота приладу (тахеометра);

$l$  - висота наведення зорової труби на рейку;

$V$  - кут нахилу;

$D$  - похилу віддаль, виміряну нитковим віддалеміром;

$d$  - горизонтальну проекцію похилої віддалі.



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/103.00.1/Б /OK8-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 56 / 49

## Лабораторна робота №7. Робота на станції технічного нівелювання

**Мета:** набути навичок з вимірювання перевищень між точками земної поверхні за допомогою нівелірів

**Прилади і обладнання:** нівелір Н-3, нівелірні рейки, штатив нівелірний.

### 7.1. Вказівки загального характеру

Геодезичний прилад, який застосовують для визначення перевищень між точками поверхні землі горизонтальним візирним променем називається *нівеліром*.



Рис. 7.1. Нівелір Н-3

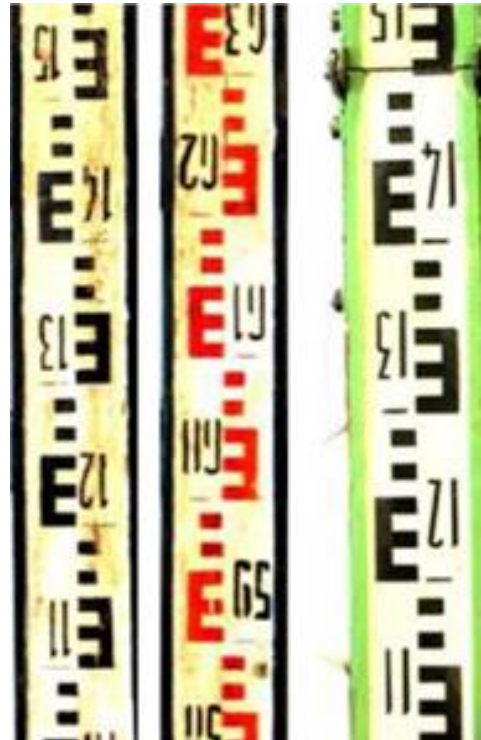


Рис. 7.2. Нівелірні рейки

Під час нівелювання визначають перевищення між точками земної поверхні, а далі за відомою висотою початкової точки обчислюють висоти всіх інших точок над прийнятою рівневою поверхнею.

В геометричному нівелюванні для визначення перевищень та відстаней використовується шашкові, двосторонні рейки (рис. 7.2).

Рейки виготовляють з дерев хвойних порід у вигляді брусків шириною до 10 см, завтовшки 2-3 см, висотою 3-4 м. На двох сторонах рейок поділки нанесені через 1см, з однієї – чорні, з другої – червоні. Від нижньої частини рейки (п'ятки) починається відлік поділок. Поділки чорної сторони рейки оцифровані з 0, а червоної – з деякого числа, наприклад 4785. Під час нівелювання різниця відліків червоної та чорної шкали рейки має розходитися на величину п'ятки рейки. Для нашого прикладу п'ятка рейки складає 4785, отже різниця відліків червоної та чорної шкали повинна бути в межах точності нівелювання, тобто  $4785 \pm 5$  мм.

Розглянемо один із способів геометричного нівелювання “із середини”.

Нехай в точках **A** і **B** прямовисно встановлені рейки **P**<sub>1</sub> і **P**<sub>2</sub>, а між ними посередині – нівелір, труба якого приведена в горизонтальне положення. Наводять візирну вісь труби нівеліра на рейку **P**<sub>1</sub> і беруть по ній відлік **a**, тобто відраховують число поділок від основи рейки до горизонтальної нитки сітки ниток. Потім наводять трубу на рейку **P**<sub>2</sub> і беруть відлік **b**.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/103.00.1/Б /ОК8-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 56 / 50

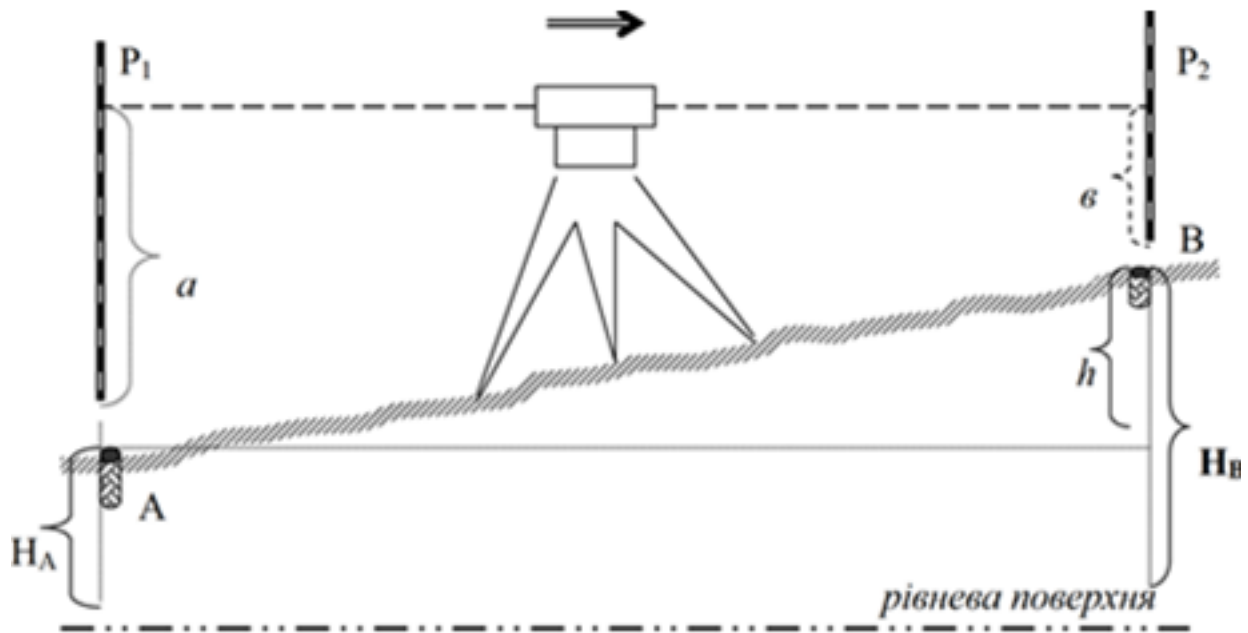


Рис. 6.3. Геометричне нівелювання з середини

Згідно з рис. 7.3  $h = a - b$

Якщо нівелювання виконують в напрямку від А до В, то рейка  $P_1$  буде задньою, а  $P_2$  – передньою. Відповідно, перевищення  $h$  дорівнює різниці відліків задньої та передньої рейок. При  $a > b$ , перевищення  $h$  додатне, при  $a < b$  – від’ємне.

## 7.2. Послідовність роботи на станції технічного нівелювання

1. Нівелір встановлюють посередині між рейками, приводять його в робоче положення.
  2. Наводять середню нитку нівеліра на **задню** рейку, діоптрійним кільцем та фокусувальним гвинтом досягають чіткого зображення сітки ниток та рейки, приводять бульбашку циліндричного рівня в нуль-пункт (в полі зору нівеліра видно суміщені кінці половинок рівня у вигляді параболи) і відраховують **чорну** сторону рейки (в табл. 7.1 відлік (1)).
  3. Переводять трубу на **передню** рейку, досягають чіткого зображення сітки ниток та рейки, приводять бульбашку циліндричного рівня в нуль-пункт і беруть відлік **чорної** сторони (2).
  4. Не змінюючи положення нівеліра, повертають **передню** рейку **червоною** стороною до спостерігача і беруть відлік рейки (3).
  5. Закінчують спостереження на станції відліком (4) **червоної** сторони **задньої** рейки.
  6. Результати спостереження записують в журнал (табл. 7.1);
  7. Обчислюють «п’ятки» рейок (5), (6) як різниці відліків червоної і чорної сторони задньої та передньої рейок, тобто (4) - (1) та (3) - (2);.
  8. Обчислені перевищення (7), (8) отримують як різниці відліків (1) - (2) та (4) - (3);
  9. Обчислюють середнє значення перевищення на станції  $H_{\text{сер}}$  (9).
- Контролі на станції:
1. Розбіжність у значеннях п’яток рейок повинна бути в межах 5 мм.
  2. Розбіжність у перевищеннях по чорній і червоній стороні рейок повинна бути в межах 5 мм.
  3. Обчислені перевищення мають збігатися з різницями п’яток рейок.



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/103.00.1/Б /ОК8-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 56 / 52

## **Лабораторна робота №8. Складання топографічного плану за результатами тахеометричної зйомки**

*Мета:* набути навичок з камеральної обробки результатів тахеометричної зйомки і побудови топографічного плану.

*Прилади і обладнання:* Теодоліт-тахеометр, штатив, нівелірна рейка, висок, мірна стрічка.

### **8.1. Вказівки загального характеру**

*Тахеометрична зйомка* – один з видів наземної топографічної зйомки, що виконується зазвичай на невеликих ділянках місцевості з метою отримання планів крупних масштабів для інженерних вишукувань із зображенням ситуації і рельєфу.

Зйомка включає три основні операції: створення зйомочного геодезичного обґрунтування, виконання самої зйомки і камеральні роботи.

В якості зйомочного обґрунтування тахеометричної зйомки приймають теодолітно-тахеометричні ходи. Зйомку предметів, контурів і рельєфу місцевості проводять полярним способом, а відмітки точок визначають тригонометричним нівелюванням. Всі вимірювання виконують при одному наведенні зорової труби приладу на рейку. Планове положення рейкової точки визначають вимірюванням відстані далекоміром і взяттям відліку по лімбу горизонтального круга тахеометра, що орієнтований на початковий напрямок. Перевищення визначають за кутом нахилу і відстанню до точки.

Перед початком зйомки виконують всі основні перевірки тахеометра.

### **8.2. Порядок проведення польових робіт під час виконання тахеометричної зйомки**

1. Встановлюють тахеометр над точкою зйомочного обґрунтування (наприклад, точкою I) і приводять його в робоче положення. За допомогою нівелірної рейки вимірюють висоту інструмента і. Результат записують в журнал тахеометричної зйомки (табл. 8.1). Для спрощення наступних обчислень рекомендується відмічати висоту приладу і на рейці і в подальшому візувати трубу на цю відмітку.

2. Наводять трубу на одну з точок зйомочного обґрунтування (наприклад, точку II) спочатку при положенні КП, потім при положенні КЛ. Беруть відліки по вертикальному кругу і записують в журнал (табл. 8.1, колонка 4). Визначають місце нуля вертикального круга і записують його в журнал тахеометричної зйомки (табл. 8.1, колонка 5).

3. Орієнтують лімб горизонтального круга на точку II зйомочного обґрунтування при положенні КЛ. Для цього суміщають відліковий індекс алідади з нульовим штрихом лімба горизонтального круга, обертаючи зорову трубу навколо осі при закріпленому лімбі і відкріпленій алідаді. Далі закріплюють алідаду, відпускають лімб і візують зорову трубу на обрану точку. Після цього лімб закріплюють. На шкалі лімба горизонтального круга повинно бути:  $0^{\circ}00'$ . В даному положенні для вимірювання кутів на станціях достатньо відкріпити алідаду, навести зорову трубу на рейку і взяти відлік по горизонтальному кругу. Всі подальші вимірювання проводяться при положенні КЛ.

4. На кожній станції оглядають ділянку зйомки, виявляють характерні точки ситуації і рельєфу – рейкові точки. Під час зйомки ситуації рейкові точки розташовуються на всіх поворотах контуру, під час зйомки рельєфу – на характерних точках рельєфу (на підвищеннях, точках перегину скату). Рейкові точки мають наскрізну нумерацію на всій ділянці від першої до останньої станції.

5. В процесі вимірювань послідовно встановлюють рейку на всі намічені точки. При візуванні на рейку вертикальну нитку сітки суміщають з віссю рейки, а горизонтальну – з меткою, що відповідає висоті приладу.



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/103.00.1/Б /OK8-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 56 / 54

### 8.3. Обробка журналу тахеометричної зйомки

Обробку журналу тахеометричної зйомки починають з перевірки записів в польових журналах і абрисах. Розрахунки для кожної станції проводять в наступному порядку, результати записують в табл. 8.1.

1. Розраховують місце нуля вертикального круга за формулою:

$$MO = \frac{L + \Pi}{2} \quad (8.1)$$

Результат записують в колонку 5 табл. 8.1.

Розраховують кути нахилу (вертикальні кути) для пікету і кожної точки станції за формулою:

$$\vartheta = L - MO \quad (8.2)$$

Результати записують в колонку 6 табл. 8.1. Місце нуля і вертикальні кути визначають з точністю 1'.

2. Визначають горизонтальне закладання ліній за формулою:

$$\begin{aligned} \text{при } \vartheta > 2^\circ \quad d &= D \cdot \cos^2 \vartheta \\ \text{при } \vartheta \leq 2^\circ \quad d &= D \end{aligned} \quad (8.3)$$

Результати записують в колонку 7 табл. 8.1.

3. Перевищення між станцією і рейковою точкою визначають методом тригонометричного нівелювання (рис. 8.2) за формулою:

$$h = d \cdot \operatorname{tg} \vartheta + i - V, \quad (8.4)$$

де  $i$  – висота інструменту;

$V$  – відлік за рейкою.

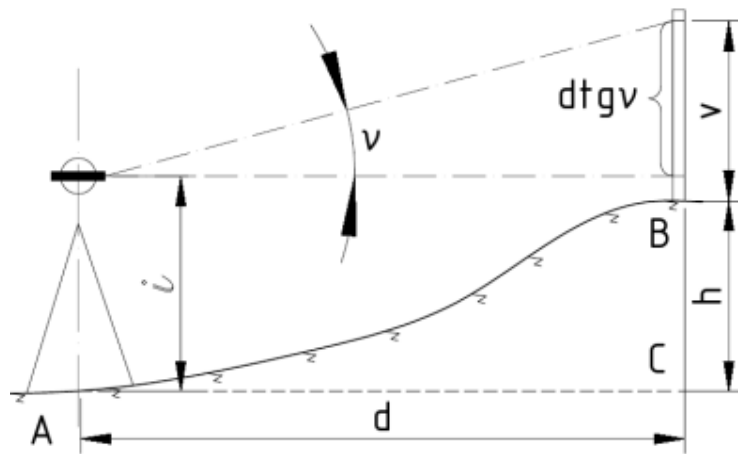


Рис. 8.2. Схема тригонометричного нівелювання

Оскільки в процесі вимірювань зорову трубу наводять на висоту інструменту  $i$ , тобто  $V=i$ , формула прийме вигляд:

$$h = d \cdot \operatorname{tg} \vartheta \quad (8.5)$$

Перевищення визначають з точністю 0,01 м. Результати записують в колонку 8 табл. 8.1.

4. Розраховують абсолютні відмітки рейкових точок за формулою:

$$H_i = H_{ст} + h_i \quad (8.6)$$

де  $H_{ст}$  – абсолютна відмітка станції, з якої ведеться спостереження, м;

$h_i$  – перевищення між станцією і рейковою точкою.

Абсолютні відмітки рейкових точок визначають з точністю 0,01 м.

Результати записують в колонку 9 табл. 6.1.

Приводимо приклад обробки результатів тахеометричної зйомки для даних, наведених в табл. 8.1.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/103.00.1/Б /OK8-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 56 / 55

Визначаємо місце нуля вертикального круга за формулою (8.1):

$$MO = \frac{1^{\circ}24' - 1^{\circ}22'}{2} = 0^{\circ}01'$$

Визначаємо кути нахилу рейкових точок за формулою (8.2):

$$\vartheta_{1-II} = 1^{\circ}24' - 0^{\circ}01' = 1^{\circ}23'$$

$$\vartheta_{1-1} = -0^{\circ}25' - 0^{\circ}01' = -0^{\circ}26' \text{ і}$$

Визначаємо горизонтальне закладання відповідних ділянок за формулою (8.3):

$$d_{1-II} = D_{1-II} = 139,2 \text{ м} \quad [\vartheta_{1-II} = 1^{\circ}23' \leq 2^{\circ}]$$

$$d_{1-2} = 72,0 \cdot \cos^2(-3^{\circ}01') = 71,8 \text{ м} \quad [\vartheta_{1-2} = |-3^{\circ}01'| > 2^{\circ}]$$

і т.д.

Проводимо розрахунок перевищення між станцією I та рейковими точками за формулою (8.5):

$$h_{1-II} = 139,2 \cdot \operatorname{tg}1^{\circ}23' = 3,36 \text{ м};$$

$$h_{1-1} = 53,1 \cdot \operatorname{tg}(-0^{\circ}26') = -0,40 \text{ м}; \text{ і т.д.}$$

Абсолютні відмітки розраховуємо за формулою (8.6):

$$H_{II} = 176,16 + 3,36 = 179,52 \text{ м};$$

$$H_1 = 176,16 + (-0,40) = 175,76 \text{ м}; \text{ і т.д.}$$

#### 8.4. Побудова топографічного плану

Побудова топографічного плану може здійснюватися за допомогою графічної програми AutoCad або робиться вручну за допомогою креслярських приладів. Побудова топографічного плану ділянки місцевості включає: побудову координатної сітки, нанесення на план точок теодолітного ходу, побудову контурів місцевості за результатами тахеометричної зйомки, проведення горизонталей і оформлення плану.

План тахеометричної зйомки складають в масштабах 1:500 – 1:2000. Висоту перерізу приймають в залежності від рельєфу 0,5 або 1,0 м.

Порядок побудови топографічного плану:

1. На листі креслярського паперу формату А2 або А3 будують координатну сітку зі стороною квадрату 10 см. Побудовану сітку підписують по вісях X і Y відповідно до розташування ділянки і масштабу плану. Початок координат обирають таким чином, щоб ділянка зйомки розмістилася у центрі.

2. Точки зйомочного обґрунтування наносять на план за координатами. Перевіряють довжини ліній. Розбіжність не повинна перевищувати  $\pm 0,3$  мм. Точки тахеометричного ходу з'єднують тонкими лініями. Побудоване планове обґрунтування служить опорою для нанесення контурів місцевості і рейкових точок.

3. З кожної станції за допомогою транспортира і лінійки наносять на план зняті рейкові точки з використанням даних табл.8.1 (колонки 2, 7). Кожну точку підписують (в чисельнику вказують номер точки, у знаменнику – її висоту). За цими точками наносять ситуацію і перевіряють за абрисом. Після нанесення ситуації всієї ділянки треба зробити звірку з місцевістю. Об'єкти зйомки викреслюють в умовних знаках чорним кольором.

4. Побудову рельєфу місцевості здійснюють способом інтерполяції за допомогою лінійної палетки. Спочатку наносять водорозділи, лощини і напрям скатів. Висотні точки на ділянках без перегинів з'єднують і на лініях інтерполюванням відмічають висоти горизонталей для заданої висоти перерізу h. З'єднуючи точки з однаковими відмітками плавною лінією, отримують горизонталі. Горизонталі наносять коричневим кольором, відмітки горизонталей записують в розривах горизонталей, при цьому верх цифр повинен бути спрямований в бік підвищення місцевості. Оформлення плану здійснюють у відповідності до умовних знаків для топографічних планів масштабу 1:500.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/103.00.1/Б /OK8-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 56 / 56

## ЛІТЕРАТУРА

1. Бортник С.Ю. Основи загальної геології: навчальний посібник-практикум / С.Ю. Бортник, О.В. Ковтонюк, Н.М. Погорільчук. Київ, 2022. – 164 с. Режим доступу: [https://geo.knu.ua/wp-content/uploads/2023/04/posibnyk-praktykum-pogorilchuk\\_bortnyk2022.pdf](https://geo.knu.ua/wp-content/uploads/2023/04/posibnyk-praktykum-pogorilchuk_bortnyk2022.pdf)
2. Дмитрів О. П. Геодезія. Частина I : навч. посіб. [Електронне видання]. – Рівне : НУВГП, 2019. – 166 с. Режим доступу: <https://ep3.nuwm.edu.ua/>
3. Іванік О.М. Загальна геологія. Навчальний посібник / О.М. Іванік, А.Ш. Менасова, М.Д. Крочак. Київ, 2020. – 205 с. Режим доступу: [http://www.geol.univ.kiev.ua/lib/General\\_geology\\_Ivanik\\_Menasova\\_Krochak.pdf](http://www.geol.univ.kiev.ua/lib/General_geology_Ivanik_Menasova_Krochak.pdf)
4. Зоценко М.Л. Основи гідрогеології та інженерної геології: навч. посібник / М.Л. Зоценко, Ю.Л. Винников. Полтава: НУ «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2023. – 258 с. Режим доступу: <https://reposit.nupp.edu.ua/bitstream/PolNTU/>
5. Калинич І.В. Геодезія: підручник / І.В. Калинич, Г.Г. Гриник, М.Р. Ничвид. ЛьвівУжгород: ДВНЗ «УжНУ», ДВНЗ «НЛТУ України», 2021. – 280 с. Режим доступу: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/38656/1/Geodesy-LG%20%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%96%D0%B9%20%D0%B2%D0%B0%D1%80%D1%96%D0%B0%D0%BD%D1%82.pdf>
6. Косенко Т.В. Геотроніка та маркшейдерська справа: Частина I. Геотроніка: Лабораторний практикум [Електронний ресурс]: навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Геоінженерія»/ Т.В. Косенко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,1 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 70 с. Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/a4930f4a-f083-4b98-8995-7b0b2d338403/content>
7. Митрохин О.В. Польовий визначник гірських порід. Навчальний посібник / О.В.Митрохин. – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2024. – 95 с. Режим доступу: [http://www.geol.univ.kiev.ua/lib/Mytrokhyn\\_2024.pdf](http://www.geol.univ.kiev.ua/lib/Mytrokhyn_2024.pdf)
8. Остафійчук Н. Практикум з інженерної геології: навчальний посібник [електронне видання] / Н. Остафійчук, С. Башинський В. Підвисоцький, Ю. Припотень, М. Колодій. – Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2023. – 135 с. Режим доступу: <https://learn.ztu.edu.ua/mod/resource/view.php?id=177346>
9. Чернега П.І. Загальна геологія: практичний курс : навчальний посібник / П.І. Чернега, І.Л. Годзінська. Чернівці : Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, 2022. – 140. Режим доступу: <http://terra.chnu.edu.ua/zagalna-geologiya-praktychnyj-kurs-navchalnyj-posibnyk/>
10. Янко В.В. Загальна геологія. Навчально-методичний посібник для бакалаврів спеціальності 103 «Науки про Землю» / В.В. Янко, Г.О. Кравчук. Одеса: ОНУ, 2023. – 129 с. Режим доступу: [https://onu.edu.ua/pub/bank/userfiles/files/ggf/disciplins/diplom-rabota/MR\\_bak103\\_Zagalna\\_geologia\\_2023.pdf](https://onu.edu.ua/pub/bank/userfiles/files/ggf/disciplins/diplom-rabota/MR_bak103_Zagalna_geologia_2023.pdf)