

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка»

\_\_\_\_\_ (інститут)  
Факультет природничих наук і технологій \_\_\_\_\_  
(факультет)  
Кафедра Геології і розвідки родовищ корисних копалин \_\_\_\_\_  
(повна назва)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
кваліфікаційної роботи ступеня магістра  
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студента Кагамлика Богдана Сергійовича  
(ПІБ)  
академічної групи 103М-21-1  
(шифр)  
спеціальності 103 Науки про землю  
(код і назва спеціальності)  
спеціалізації<sup>1</sup> за освітньою програмою «Геологія, гідрогеологія та геофізика»  
(за наявності)

\_\_\_\_\_ (офіційна назва)  
на тему Визначення петрографічного складу та технологічних властивостей порід при проходці тунелів другої пускової ділянки в місті Дніпро  
\_\_\_\_\_ (назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Рузіна М.В.			
розділів:				
Загального	Рузіна М.В.			
Спеціального	Рузіна М.В.			
Рецензент	Терешкова О.А.			
Нормоконтролер	Хоменко Н.В.			

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**

завідувач кафедри

Геології і розвідки родовищ

корисних копалин

(повна назва)

Жильцова І.В.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

«05» жовтня 20 року

**ЗАВДАННЯ**  
**на кваліфікаційну роботу**  
**ступеня** магістра  
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студенту Кагамлик Б.С. академічної групи 103М-21-1  
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 103 Науки про Землю

спеціалізації<sup>1</sup> за освітньою програмою «Геологія, гідрогеологія та геофізика»  
(за наявності)

на тему Визначення петрографічного складу та технологічних властивостей порід при проходці тунелів другої пускової ділянки в місті Дніпро  
затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 04.10.22 № 1090-с

Розділ	Зміст	Термін виконання
Загальний	Аналітичний огляд літератури та вибір напрямку досліджень. Характеристика геологічної будови району досліджень	01.10.22-19.10.22
Спеціальний	Вибір методів вирішення завдання.	20.10.22-25.10.22
	Дослідження характеристик геологічних та гідрогеологічних процесів	26.10.22-10.11.22
	Визначення складу гірських порід та їх технологічних властивостей	11.11.22-20.11.22
	Вивчення мінералогічного складу головних петрографічних різновидів порід	21.11.22-30.11.22

Завдання видано \_\_\_\_\_  
(підпис керівника)

Рузіна М.В.  
(прізвище, ініціали)

Дата видачі 05.10.2022

Дата подання до екзаменаційної комісії 08.12.2022

Прийнято до виконання \_\_\_\_\_  
(підпис студента)

Кагамлик Б.С.  
(прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 73 с., 44 рис., 1 табл., 3 додатки, 15 джерел.

ГЕОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ, ФАКТОРИ, ПРОГНОЗУВАННЯ,  
ПЕТРОЛОГІЯ, МІНЕРАЛОГІЧНИЙ СКЛАД, ПОРОДИ, ТЕХНОЛОГІЧНІ  
ВЛАСТИВОСТІ.

Актуальність досліджень обґрунтована необхідністю забезпечення розвитку транспортної інфраструктури в м.Дніпро.

Об'єкт досліджень – геологічні процеси та інженерно-геологічні явища, які обумовлюють стан порід в зоні проходки метрополітену у м. Дніпро.

Предмет досліджень – речовинний склад і технологічні властивості порід, тектонічні процеси та зони вторинних перетворень в породному масиві.

Мета роботи полягала в визначення петрографічного складу та технологічних властивостей порід при будівництві другої ділянки метрополітену в м. Дніпро.

Наукове значення полягає в системному узагальненні фактичного матеріалу щодо геологічних та гідрогеологічних умов в зоні проходки метрополітену у м. Дніпро та обґрунтуванні можливих ускладнень процесу будівництва другої ділянки метрополітену .

Практичне значення обґрунтоване можливістю використання результатів досліджень в процесі будівництва та експлуатації підземних виробок та прогнозування можливих ускладнень в зоні проходки метро.

## СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАЧКИ

a - алювіальні відклади;

ad - алювіально-делювіальні відклади;

Абс. – абсолютна відмітка;

Am – амфібол;

al – альбіт;

AR-PR – архейсько-протерозойські відклади;

DSK-1, - DSK-11 – назва свердловин;

d – делювіальні відклади;

ЕНЕРГОПРОЕКТ – Київський інститут інженерних вивчень та досліджень;

ed - елювіально-делювіальні відклади;

ep – епідот;

fg - флювіогляціальні відклади;

Зб. – збільшення;

MZ-KZ – мезо-кайнозойські відклади;

N - неогенові відклади;

ОСР 2004 – карта сейсмічного районування;

pl – плагіоклаз;

q – кварц;

ПК – пікет;

SPT - стандартне випробування ґрунту на penetрацію;

Srk – серицит;

vd - еолово-делювіальні відклади;

vd - еолово-делювіальні відклади;

УРБ – 2А – 2 та ПБУ – 2 – типи бурових верстатів.

zr – циркон;

## ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІПОЗНАЧКИ.....	4
ВСТУП .....	6
1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ТЕРИТОРІЮ БУДІВНИЦТВА МЕТРОПОЛІТЕНУ.....	8
2 МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ.....	11
3 ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕОЛОГІЧНИХ ТА ГІДРОГЕЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ, ЯКІ УСКЛАДНЮЮТЬ ПРОЦЕС БУДІВНИЦТВА МЕТРОПОЛІТЕНУ .....	16
4 ХАРАКТЕРИСТИКА ГОЛОВНИХ ПЕТРОГРАФІЧНИХ РІЗНОВИДІВ ПОРІД ТА ЇХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ .....	26
4.1 Петрографічні різновиди порід масиву та їх технологічні властивості.....	26
4.2 Мінералогічний склад головних петрографічних різновидів порід .....	43
ВИСНОВКИ.....	63
СПИСОК ДЖЕПРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ.....	66
ДОДАТОК А Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи.....	68
ДОДАТОК Б Відгук керівника кваліфікаційної роботи.....	69
ДОДАТОК В Рецензія.....	72

## ВСТУП

Актуальність досліджень обґрунтована необхідністю забезпечення розвитку транспортної інфраструктури в м.Дніпро.

Об'єкт досліджень – геологічні умови та інженерно-геологічні явища які обумовлюють стан порід в зоні проходки метро.

Предмет досліджень – речовинний склад і технологічні властивості порід, тектонічні явищі в породному масиві .

Головні завдання досліджень полягали в :

- проведенні вивчення польової документації керну бурових свердловин;
- визначенні головних петрографічних різновидів порід;
- виявленні та опису зон та поверхонь ослаблення в масиві, в яких породи відрізняються значно нижчими міцнісними та деформаційними властивостями, порівняно з породами, що залягають вище і нижче (тектонічні порушення, пласти пластичних глин, прошарки водонасичених піщано-глинистих відкладень та ін.), зон дроблення, тріщинуватості;
- виявлення зон з високими фільтраційними властивостями ґрунтів та високим гідростатичним натиском;
- проведенні опробування гірських порід на комплекс аналітичних досліджень з мікрофотографуванням місць відбору проб;
- виконанні петрографічних досліджень;
- обґрунтуванні технологічних властивостей порід, які досліджувались.

Район досліджень розташований у межах Середньопридніпровського мегаблоку Українського щита та є фрагментом великої субмеридіональної Курсько-Дніпровської гранит-зеленокам'яної області площею – 30 тис. км<sup>2</sup>. Питанням геологічної будови мегаблоку присвячений ряд статей та монографій : Семененка М.П., Тяпкіна К.Ф., Глевасського Є.Б., Каляєва Г.І., Сіворонова А.А., Кравченка В.М., Артеменка Г.В., Паранька І.С., Струєвой О.М., Ладієвой В.Д., Ільвицького М.М. та ін.

В процесі попередніх досліджень детально розглянуті стратиграфія, літолого-фаціальний склад геологічних формацій, тектоніка регіону. Величезне значення для геологічного вивчення регіону досліджень мають геолого-знімальні роботи і тематичні роботи, які були проведені Бобровим О.Б., Берзеніним Б.З., Бестужевим О.М., Зайцевим А.А., Киктенком В.Ф., Кічурчаком В.М., Дищуком М.Ю., Переверзевим С.І., та ін. На протязі останніх років детальні дослідження петрології Середньопридніпровського кратону були виконані Сукачем В.В.

У відповідності до результатів цих досліджень Середньопридніпровський кратон в обсязі однойменного мегаблоку Українського щита є одним із найдревніших фрагментів фундаменту Східноєвропейської платформи, який був консолідований в архей і з тих пір не зазнав суттєвої тектоно-магматичної активізації.

В межах кратону відкриті типові для таких регіонів родовища і рудопрояви заліза, золота, молібдену, нікелю, міді, кобальту, рідкісних земель.

Результати досліджень кваліфікаційної роботи пройшли апробацію на десятій науковій конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «МОЛОДЬ: НАУКА ТА ІННОВАЦІЇ» [1].

## 1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ТЕРИТОРІЮ БУДІВНИЦТВА МЕТРОПОЛІТЕНУ

Основні дослідження по трасі «I-ї черги будівництва метрополітену в м. Дніпропетровськ» для розробки документації на стадії проєктування виконано у 1979-1980 р.р. підприємством «УкрВостокГІНТІЗ» із залученням інших розвідувальних організацій [7]. У наступні роки на окремих ділянках траси проводились додаткові дослідження з метою уточнення глибини залягання покрівлі скельних порід, їх фільтраційних параметрів; поширення зон каолінізації. Крім того, у межах траси першої черги метрополітену, що будується, різними проектно-вишукувальними організаціями міста неодноразово проводились інженерно-геологічні дослідження для промислово-цивільного будівництва. Матеріали досліджень включали проведення бурових робіт, геофізичних, польових, дослідних та дослідно-фільтраційних досліджень, лабораторні випробування скельних порід та ґрунтів осадового комплексу; вивчення архівних та фондових матеріалів, камеральну обробку отриманих результатів з подальшою ув'язкою з наявними архівними матеріалами, що стосуються району досліджень. Крім того, в 1999-2009 р., проводилися інструментальні високоточні геодезичні вимірювання та спостереження за деформаціями фундаментів будівель, розташованих у зоні впливу стволів № 11, 12, 14, 15, 16 [7].

Згідно з архітектурно-будівельним районуванням території України (ДСТУ-Н В.1.1-27:2010) м. Дніпро знаходиться в 11 кліматичному районі – Південно – Східному (Степовому). Клімат помірно-континентальний, характеризується м'якою та малосніжною зимою з частими відлигами а тривалим спекотним літом є типовим для степового півдня України. Середньорічна багаторічна температура повітря становить 8,5°C.

Для температурного режиму м. Дніпро характерні значні амплітуди добового ходу температур: влітку 14-16°C, річні амплітуди досягають 23°C.



Тривалість періоду із середньодобовою температурою меншою та рівною 0°C досягає 111 днів. Середньорічна кількість опадів становить 513 мм. Максимальна річна сума опадів зафіксована 1997 р - 804,1 мм, а мінімальна 1921 р - 251 мм. Основна кількість опадів випадає в теплий період року, опади часто мають характер короткочасних злив інтенсивністю до 3 мм/хв. Протягом літа бувають тривалі посушливі періоди. Вологість повітря змінюється протягом року від 60 до 88%, у середньому дорівнює 73%. Інтенсивність випаровування з поверхні землі досягає 470 - 500 мм, з водною поверхні – до 800 мм. За співвідношенням кількості опадів і величин випаровування г. Дніпро відноситься до зони з недостатньою вологістю. Глибина промерзання ґрунту - 0,9 м, найменша - 0.14 м, найбільша - 1.23 м. Повторюваність напрямків вітру значною мірою залежить від пори року. Навесні переважно вітри південного та південно-східного напрямів. Влітку перевага вітрів північної чверті. Найбільша кількість штилів припадає на літньо-осінній період. Територія Дніпропетровської області належить до III району. При цьому, один раз у 20 років може бути зафіксований вітер до 33 м/сек. Вітер, швидкість якого становить 23 м/сек., у Дніпрі спостерігається 1 раз на рік, зі швидкістю 26 м/сек. - 1 раз на 5 років, зі швидкістю 28 м/сек. - 1 раз 10 років, 29 м/с [7]. - 1 раз на 15 років. Характерними рисами клімату є:

- значні коливання температур протягом року, місяця, сезону;
- зливовий характер літніх дощів з інтенсивністю до 3 мм/хв;
- часті відлиги взимку, і у зв'язку з цим нестійкий сніговий покрив;
- інтенсивне весняне сніготанення протягом 10-20 днів;
- значний дефіцит вологості, яка досягає у літній період 14,1 мб, середньорічний дефіцит вологості становить 35-55 мб. Глибина промерзання ґрунту 0,9 м (найменша – 0,14 м, найбільша – 1,23 м). Територія м. Дніпро, згідно з картами загального сейсмічного районування території України, які наведені у додатках до ДБН В.1.1-12-2014, знаходиться у межах зон з інтенсивністю впливів:

- 5 балів; карта ОСР 2004-А - ймовірність 10% перевищення сейсмічної інтенсивності протягом 50 років або один раз на 500 років;
- 5 балів; карта ОСР 2004-В ймовірність 5% перевищення сейсмічної інтенсивності протягом 5 років, або один раз за 1000 років;
- 6 балів; карта ОСР 2004-С ймовірність 1%.

Траса першої черги будівництва метрополітену прокладається у правобережній частини м. Дніпро, що знаходиться в межах лісової рівнини Придніпровської височини. Правобережжя Дніпра характеризується наявністю п'яти надзаплавних терас, що переходять у водороздільне лесове плато. Від русла р.Дніпро до вододілу територія розчленована ярово-балковою мережею. Густина розчленування становить 0,3 - 0,4 км, глибина ерозійного врізу 30 – 40 м. Від пікету ПК131 до ПК154 траса проходить у межах другої та третьої надзаплавних терас; від пікету 155 до пікету 158, перетинає четверту та п'яту тераси і виходить на правий схил дніпровського вододілу, а від ПК173 до Порталу - Південний (ПК176) знову перетинає надзаплавні тераси [7].

Абсолютні позначки поверхні землі у Балтійській системі висот змінюються від 56 м до 127 м (у межах майданчиків досліджень від 56,61 м (DSK-3) до 125,15 м (DSK-10)). У межах проходження траси метрополітену природний рельєф не зберігся. Внаслідок господарської діяльності людини при освоєнні міської території сформувалися техногенні форми рельєфу – поверхня спланована, організовано відведення поверхневих вод, побудовані дорожні покриття та всілякі будівлі та споруди тощо.

#### **Висновки до розділу:**

- ступінь вивченості геологічних та інженерно-геологічних умов території будівництва метрополітену є нерівномірною;
- системних досліджень речовинного складу порід масиву з визначенням мінерального складу та обґрунтуванням технологічних властивостей порід не проводилось;
- до завдань досліджень наступного етапу також входить виявлення та опис зон та поверхонь ослаблення в породному масиві.

## 2 МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

Виконання завдань досліджень проводилось в 2 етапи – польовий та лабораторний. Початку польових робіт передували:

- збір та аналіз літературних та архівних матеріалів за аналізованою територією з вивченням карт та розрізів поширення типів ґрунтів у межах досліджуваних ділянок;
- ознайомлення з програмою інженерно-геологічних вишукувань з урахуванням вимог нормативних документів;
- підготовка нормативних документів, бланків польової документації (журнали, етикетки та ін.);
- комплектація польового підрозділу необхідним обладнанням, механізмами та матеріалами;
- складання іспитів з охорони праці та техніки безпеки, пожежної безпеки персоналом польової партії.

Підготовка до бурових робіт полягала у доборі та доставці до місця робіт бурової техніки, обладнання для проходження свердловин, кернах ящиків, пакувальних матеріалів для відбору зразків ґрунтів, відбору проб підземних вод та інших матеріалів.

Бурові роботи проводилися самохідними буровими установками на базі автомобілів ЗІЛ – 131 та КАМАЗ типу УРБ – 2А – 2 та ПБУ – 2 [7]. Вода для приготування промивної рідини доставлялася водовозами. Методики буріння свердловин по ґрунтах пухкого комплексу та скельних ґрунтів відрізнялися застосуванням обладнання та способами проходки. Буріння свердловин по дисперсних ґрунтах вироблялося комбінованим способом (ударно-канатним та колонковим) буровою установкою ПБУ-2 на шасі автомобіля КАМАЗ.

Буріння всіх свердловин починалося ударно-канатним способом діаметром не менше. 127-146 мм, з поінтервальним відбором зразків ґрунтів та

проведенням дослідів з динамічного зондування методом SPT. Ударно-канатне буріння по дисперсних ґрунтах, як правило, закінчувалося при розтині рівня підземних вод або за умов, коли стінки свердловини нестійкі, в деяких випадках (за наявності в розрізі піщаних, сухих та текучих ґрунтів та ін.) застосовувалося шнекове буріння діаметром 135 мм.

Після розтину рівня підземних вод буріння свердловин тривало шнековим і колонковим способом з промиванням глинистим розчином та проходкою по непорушених ґрунтах «всуху». Перед початком колонкового буріння проводилась обсадка свердловини, пробуреної ударно-канатним способом, колоною обсадних труб діаметром 127-146 мм. Буріння свердловин у такий спосіб тривало діаметром 112- 132 мм.

При бурінні свердловини колонковим способом також відбиралися проби з усіх різновидів ґрунтів та проводилися випробування методом SPT. При досягненні вибоєм свердловини покрівлі скальних ґрунтів стовбур свердловини кріпився колоною обсадних труб, діаметром 127мм та проводилася затрубна цементация.

Буріння по скельних ґрунтах виконувалось буровими установками (ПБО - 2, УРБ 2А-2) алмазними коронками діаметром 93 мм.

У процесі буріння по скельних ґрунтах, аналогічно буріння по осадових ґрунтах, відбиралися зразки керна (непорушеного та порушеного складання) та проводились лабораторні дослідження.

При проведенні бурових робіт по скельних ґрунтах особлива увага зверталася на виявлення та опис:

- зон та поверхонь ослаблення в масиві, в яких породи відрізняються значно нижчими міцнісними та деформаційними властивостями, порівняно з породами, що залягають вище і нижче (тектонічні порушення, пласти пластичних глин, прошарки водонасичених піщано-глинистих відкладень та ін.), зони дроблення, тріщинуватості;
- зон з високими фільтраційними властивостями ґрунтів та високим гідростатичним натиском;

- на зміну рівня води у виробленні та втраті промивної рідини, інтервалів підвищеної водорясності, якісний відбір проб ґрунтів та підземних вод для лабораторних досліджень.

Особлива увага приділялася вивченню тріщинуватості скельних порід, під час опису керна в польовому журналі виконувався опис:

- середньої відстані між тріщинами (крок тріщин);
- напрямку розвитку тріщин та їх розмірів;
- середньої кількості тріщин на один підйом керна із зазначенням висот стовпчиків вилученого керна;
- складу заповнювача тріщин.

Після укладання керна у журналі розраховувався показник ступеня порушення скельних порід за методом RQD (відношення суми непорушених шматків керна довжиною 10 см і більше до довжини пробуреного інтервалу свердловини, %)[7].

Залежно від величини RQD давалася характеристика стану скельних ґрунтів:

Таблиця 2.1- Характеристика стану скельних ґрунтів

Величина RQD	Стан ґрунту
90-100	Непорушене (сильнотріщинуваті)
75-90	Незначно порушене (середньотріщинуватий)
75-50	Слабо порушене (сильнотріщинуваті)
50-25	Сильно порушене (дуже сильно тріщинуватий)
25-0	Дуже сильно порушене (роздроблені)

Рівень підземних вод під час робочої зміни фіксувався у журналі:

- на початку кожної зміни;
- наприкінці кожної зміни;

- у разі потреби виміри рівня підземних вод проводилися протягом одного-двох днів після закінчення буріння свердловини;
- після завершення польових робіт виконано замір рівня підземних вод у всіх свердловинах.

Відбір проб підземних вод із свердловин виконувався після їх прокачування до освітлення води, що відкачується. Об'єм проби: одна пляшка ємністю 0,7 – 1,0 л; одна пляшка ємністю 0,5 л, у яку засипається 5 г порошку мармуру. У процесі проходження бурових свердловин проводився відбір зразків ґрунту для проведення лабораторних досліджень. Керн укладався в ящики щільно, без проміжків між окремими шматками, у суворій відповідності до розташування шматків по розрізу свердловини. Шматки розбитого керна поєднувалися по площинах розколу. Зразки зруйнованого або сипучого керна поміщалися в поліетиленові або щільні матер'яні мішечки й у тому порядку укладалися у відділення кернових ящиків.

У процесі буріння відбиралися проби ґрунтів непорушеної структури (моноліти) та зразки порушеної структури з кожного різновиду ґрунту.

Проби непорушеної структури (моноліти) відбиралися з покривних глинистих ґрунтів з геотехнічних свердловин за допомогою колонкової труби або роз'ємного пробовідбірника діаметром не менше 100 мм, висота керна не менше діаметра керна (один моноліт для компресійних випробувань, інший для міцності). Моноліти відбиралися та упаковувалися згідно з ДСТУ Б В 2.1-8-2001 та доставлялися до геотехнічної лабораторії. У разі неможливості відбору монолітів з кожного різновиду ґрунту відбиралися зразки порушеної структури для лабораторних досліджень класифікаційних характеристик

Перед відбором монолітів забій свердловини ретельно очищався від шламу, замірялася глибина відбору. Після взяття зразка ґрунту на пробу обидва її кінці зрізалися на глибину приблизно 25 мм і позначався верх проби. Для збереження природної вологості зразок обертався ізолюючим матеріалом. На упакований зразок наклеювалася паперова етикетка із зазначенням його «верху». Об'єм проб ґрунтів порушеної структури: із глинистих ґрунтів – два

стандартних буюксів, з піщаних - буюкс і 1 кг в мішечок. Буюкси ізолювали від висихання.

Відбір, маркування, зберігання та транспортування проб ґрунтів здійснювалися згідно з вимогами ДСТУ Б В 2.1-8-2001.

### **Висновки до розділу:**

В процесі виконання досліджень проведено наступні види робіт:

- опробування гірських порід масиву на комплекс аналітичних досліджень з мікрофотографуванням місць відбору проб;
- польова документація керну бурових свердловин;
- виявлення та опис зон та поверхонь ослаблення в породному масиві, який досліджувався, породи масиву відрізняються значно нижчими міцнісними та деформаційними властивостями, порівняно з породами, що залягають вище і нижче (тектонічні порушення, пласти пластичні глини, прошарки водонасичених піщано-глинистих відкладень та ін.), зон дроблення, тріщинуватості;
- виявлення зон з високими фільтраційними властивостями ґрунтів та високим гідростатичним натиском;
- проведення лабораторних петрографічних та мінералогічних досліджень;
- обґрунтування технологічних властивостей порід, які досліджувались;
- складання карт забою та вибір типів кріплення виробок.

### 3 ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕОЛОГІЧНИХ ТА ГІДРОГЕОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ, ЯКІ УСКЛАДНЮЮТЬ ПРОЦЕС БУДІВНИЦТВА МЕТРОПОЛІТЕНУ

У геоструктурному відношенні територія м. Дніпра знаходиться на стику двох великих структур: - Українського кристалічного щита (східна окраїна - Дніпровський антиклінорій) та Дніпровсько-Донецької западини (рис.3.1). Дніпровський антиклінорій, в межах якого розташована траса метрополітену, що будується, охоплює правобережну частину міста та має дуже складну тектонічну будову. Геологічна будова ділянки будівництва складна, зумовлена геоструктурою та геоморфологічною приуроченістю, а також тектонікою.

Геологічна будова характеризується двома структурними поверхами. Нижній - жорсткий, представлений архей-протерозойськими (AR-PR докембрійськими) магматичними та метаморфічними скельними породами; верхній - складений кайнозойськими осадовими утвореннями та корою вивітрювання докембрійських кристалічних утворень, що сформувалася в мезозій - кайнозойський період (MZ-KZ). За петрографічним складом породи нижнього структурного поверху представлені: плагіогранітами, гранітами, гранітами біотитовими та біотит-роговообманковими, діоритами та гранодіоритами, гнейсами та амфіболітами, мигматитами. Вони численними великими та дрібними (регіональними та локальними) тектонічними порушеннями розбиті на брили та блоки, вздовж яких розвинена мережа дрібних розломів та зон тріщинуватості. Покрівля скельних порід нерівна і глибина її залягання може змінюватися в межах самого майданчика досліджень від 1 м до 10 м і більше (Рис. 3.1).



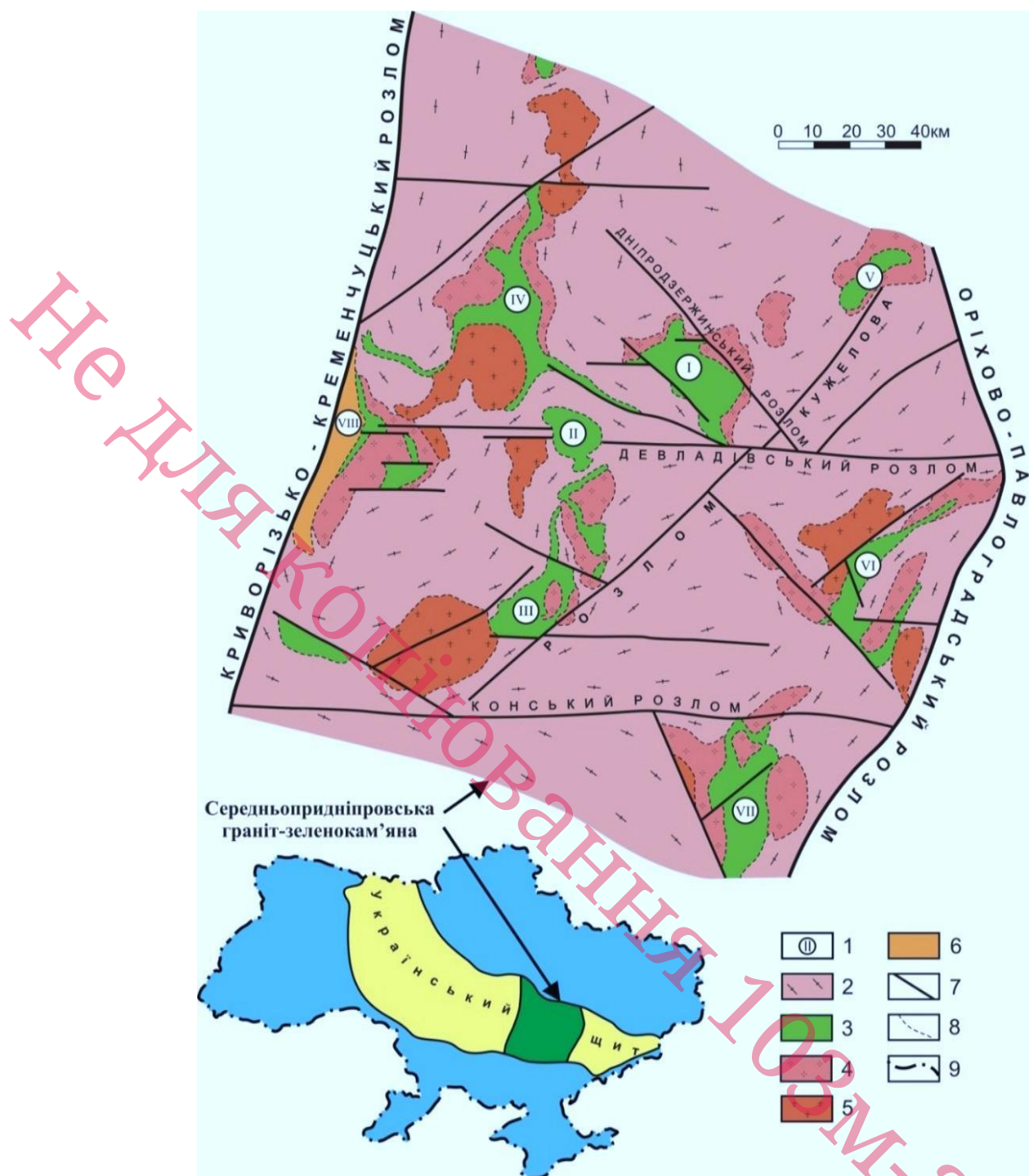


Рисунок 3.1 – Геологічна карта-схема району досліджень за даними УкрДГРІ, 2006р.

Район досліджень розташований у межах Середньопридніпровського мегаблоку Українського щита та є фрагментом великої субмеридіональної Курсько-Дніпровської граніт-зеленокам'яної області площею – 30 тис. км<sup>2</sup>. Питанням геологічної будови мегаблоку присвячений ряд статей та

монографій : Семененка М.П., Тяпкіна К.Ф., Глевасського Є.Б., Каляєва Г.І., Сіворонова А.А., Кравченка В.М., Артеменка Г.В., Паранька І.С., Струєвой О.М., Ладієвой В.Д., Ільвицького М.М. та ін.

В процесі попередніх досліджень детально розглянуті стратиграфія, літолого-фаціальний склад геологічних формацій, тектоніка регіону. Величезне значення для геологічного вивчення регіону досліджень мають геолого-знімальні роботи і тематичні роботи, які були проведені Бобровим О.Б., Берзеніним Б.З., Бестужевим О.М., Зайцевим А.А., Киктенком В.Ф., Кічурчаком В.М., Дищуком М.Ю., Переверзевим С.І., та ін. На протязі останніх років детальні дослідження петрології Середньопридніпровського кратону були виконані В.В. Сукачем [7].

У відповідності до результатів цих досліджень Середньопридніпровський кратон в обсязі однойменного мегаблоку Українського щита є одним із найдревніших фрагментів фундаменту Східноєвропейської платформи, який був консолідований в археї і з тих пір не зазнав суттєвої тектоно-магматичної активізації.

В межах кратону відкриті типові для таких регіонів родовища і рудопрояви заліза, золота, молібдену, нікелю, міді, кобальту, рідкісних земель.

Стародавня кора вивітрювання скельних порід характеризується тривалим процесом формування, складним складом та різним геологічним віком.

Профіль кори вивітрювання має зональну будову з вираженим латеритним виглядом, невитриманий за глибиною залягання, потужності та площі розвитку. Безпосередньо на материнській основі лежать продукти вилуговування та дезінтеграції, які ще зберегли первинні структурні ознаки породи (перша зона кори вивітрювання - уламково-глибова). Друга зона кори вивітрювання – дерев'яно-щебенева, представлена деревом і щебенем материнської скельної породи з піщано-глинистим каолінізованим заповнювачем. Третя зона представлена пилювато-глинистими продуктами вивітрювання материнської породи (дисперсна зона). У цій зоні глиняста маса набуває рис вторинної перебудови ґрунтів.

За характером переробки матеріалів скельних ґрунтів зустрінуті зони каолінізації, дроблення (дезінтеграції), дуже сильної та сильної тріщинуватості.

Потужності зон поблизу покрівлі скельного масиву досягають 5-20 м і більше. Напрямок падіння зон різноманітне. Уздовж розломів і зон тріщинуватості, що їх супроводжують, потужність кори вивітрювання збільшується до кількох десятків метрів.

Стародавні скельні породи та ґрунти кори вивітрювання повсюдно перекриті товщею кайнозойських осадових відкладень різного генетичного типу. Четвертинні відкладення представлені комплексом алювіальних; флювіогляційних; верхньо-середньочетвертих елювіально-делювіальних (ed) та еолово-делювіальних (vd) лесових відкладень, що підстиляються нижньочетвертичними делювіальними (d) суглинками та глинами – на високих терасах та вододілі горизонти витримані за потужністю та простяганням.

Гідрогеологічні умови на більшій частині траси – перша та друга надзаплавні тераси нар. Дніпро, характеризуються наявністю одного безнапірного водоносного комплексу, до складу якого входять різновікові, неоднорідні за складом та фільтраційними властивостями породи.

На вододілі та схилі долини з'являється, локально розвинений водоносний горизонт, приурочений до лісоподібних ґрунтів, що залягає в межах розвитку делювіальних глин мартоношського горизонту.

Характерною особливістю гідрогеологічних умов району робіт є повсюдний розвиток тріщинних вод у кристалічних породах докембрію.

Водонасиченість тріщинуватої зони кристалічних порід обумовлена, в основному, інтенсивністю тріщинуватості, ступенем кольматації тріщин і характеризується нерівномірністю як у вертикальному розрізі, так і за площею розвитку. Водопровідність змінюється від низької до високої; коефіцієнт водопровідності – від 3,5 до 10,4 м<sup>2</sup>/добу. За наявності водоупору у

водоносному горизонті з'являється натиск. Роль відносного водоупору виконують суглинки, глини та каоліни.

Ділянки скельних порід, які дуже тріщинуваті і сильно роздроблені, в яких тріщини заповнені супіщано-суглинистим заповнювачем, також характеризуються незначними водопоглинаннями, а значення наведеної витрати не перевищують 10,4 л/жони (DSK-11 інтервал 51,5 - 56,5 м, абс. позначки 64,5 - 59,5 м) [7].

На ділянках будівництва метрополітену, залежно від геоморфологічної приуроченості території розвинені несприятливі для будівництва та експлуатації інженерно-геологічні процеси:

- у межах першої та другої надзаплавних терас – підтоплення території підземними водами;
- у межах більш високих терас і водороздільного схилу просадні явища, пов'язані з розвитком лісоподібних ґрунтів II типу по просадці. Крім цього лісоподібні ґрунти легко розмокають і піддаються водної ерозії.

Гідрогеологічні умови на більшій частині траси характеризуються наявністю одного безнапірного водоносного комплексу, до складу якого входять різновікові, неоднорідні за складом та фільтраційними властивостями породи, а саме:

- алювіально-делювіальні піщано-глинисті ґрунти;
- лесові супіщано-суглинисті відкладення четвертинного віку;
- піски неогенового та палеогенового віку;
- дерев'яно-щербниста та уламково-глибова зони кори вивітрювання гранітів;
- тріщинуваті граніти.

На вододілі та схилі долини, за наявності водотрива, у водоносних горизонтах, (комплексах), приурочених до кори вивітрювання та тріщинуватим скелястим породам з'являється тиск.

Роль відносного водотриву між четвертинним водоносним горизонтом та водоносним комплексом зони тріщинуватості гранітів та кори вивітрювання

виконують суглинки, глини та каоліни. Через не витриману потужність водотривких порід по простяганню, між водоносними горизонтами існує постійний гідравлічний зв'язок.

Джерелами живлення водоносного комплексу є витікання з водонесучих комунікацій, приплив з гіпсометрично вищерозташованих територій та інфільтрація атмосферних опадів, в області розвантаження підземних вод

служить

річка

Дніпро

(Рис.

3.2).

Не для копіювання 103М-21-1

Свердловина DSK-11 Грунтові води: 47.20 м.  
 Абсолютна відмітка гирла 116.00 м з'явився рівень 46.50 м.  
 Дата буріння 16.08-20.10.2017 р. встановився рівеньна 09.10.2017 р.

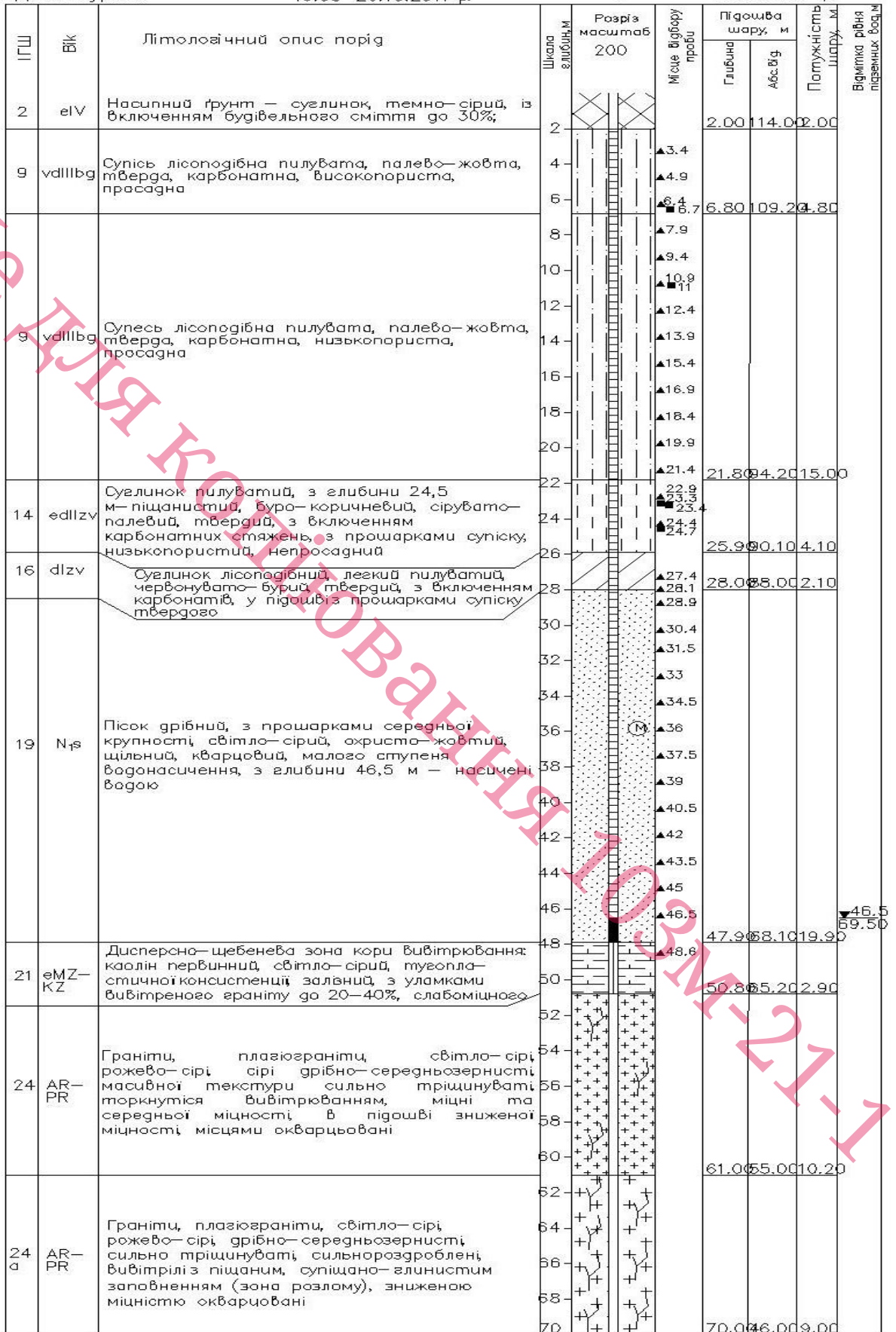


Рисунок 3.2 – Літолого-стратиграфічна колонка свердловини DSK-11

## (ЕНЕРГОПРОЕКТ)

На ділянках відсутності витриманого за площею водотривкого шару, четвертинний водоносний горизонт та тріщинні води кристалічних порід мають: єдиний рівень підземних вод, що встановився; тісний гідравлічний зв'язок, обумовлену загальними джерелами харчування та областю розвантаження р. Дніпро.

Характерною особливістю гідрогеологічних умов є повсюдний розвиток тріщинних вод у кристалічних породах докембрію. Водорясність тріщинуватої зони кристалічних порід (рис. 3.3) обумовлена, в основному, інтенсивністю тріщинуватості, ступенем кольматації тріщин і характеризується нерівномірністю як вертикальному розрізі, і за площею розвитку. Водопровідність змінюється від низької до високої; коефіцієнт водопровідності – від 3,5 до 10,4 м<sup>2</sup>/добу.

Хімічний склад тріщинних вод відрізняється непостійністю. Його мінливість пояснюється гідравлічним зв'язком з водоносними горизонтами, що лежать вище. За типом мінералізації води змішані, від гідрокарбонатно-сульфатно-хлоридних до хлоридно-сульфатних та гідрокарбонатних). Мінералізація змінюється від 0,67 до 1,97 г/дм<sup>3</sup>. Підземні води не є агресивними до всіх марок бетону на будь-якому виді цементу.

При виконанні будівельного водозниження можлива суфозія з обводнених дисперсних ґрунтів та додаткове їх ущільнення, що може призвести до нерівномірних опадів та деформацій прилеглих будівель та споруд. Через наявність численних вертикальних і крутопадаючих розломів і пов'язаних з ними зон тріщинуватості, вивітрювання, мілонітизації і т.д. у скельному масиві, водорясність та міцнісні властивості скельних ґрунтів дуже неоднорідні, немає закономірності їх зміни як за глибиною, а особливо за площею, що не дозволяє розділити скельні ґрунти на інженерно-геологічні елементи.



Рисунок 3.3 Загальний вигляд виробок станції «Театральна» ПК 140+08,3  
– ПК 140+45,5



### **Висновки до розділу:**

- матеріали з інженерно-геологічних досліджень на виділених майданчиках робіт підтверджують складність геологічних та гідрогеологічних умов території будівництва метро;
- при виконанні будівельного водозниження можлива суфозія з обводнених дисперсних ґрунтів та додаткове їх ущільнення, що може призвести до нерівномірних опадів та деформацій прилеглих будівель та споруд;
- через наявність численних вертикальних і крутопадаючих розломів і пов'язаних з ними зон тріщинуватості, вивітрювання, мілонітизації і т.д. у скельному масиві, водорясність та міцнісні властивості скельних ґрунтів дуже неоднорідні, немає закономірності їх зміни як за глибиною, а особливо за площею, що не дозволяє розділити скельні ґрунти на інженерно-геологічні елементи;
- при будівництві похилих(ескалаторних) тунелів слід брати до уваги, що в перехідних зонах між міцними кристаліними породами та осадовими породами, можливі виноси дрібнозернистого та пилюватого матеріалу у порожнину тунелю.

#### 4 ХАРАКТЕРИСТИКА ГОЛОВНИХ ПЕТРОГРАФІЧНИХ РІЗНОВИДІВ ПОРІД ТА ЇХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ

У вертикальному геологічному розрізі виділяють два структурні поверхи. Нижній - жорсткий, представлений архей-протерозойськими (AR-PR докембрійськими) магматичними та метаморфічними скельними породами; верхній складений кайнозойськими осадовими утвореннями та корою вивітрювання докембрійських кристалічних утворень, сформована в мезозою - кайнозойський період (MZ-KZ).

##### 4.1 Петрографічні різновиди порід масиву та їх технологічні властивості

В процесі досліджень встановлено, що за петрографічним складом породи нижнього структурного поверху представлені:

- плагіогранітами, найбільш поширеними в межах території будівництва, які характеризуються щільністю частинок – 2,63 – 3,03 г/см<sup>3</sup>; щільністю – 2,55 – 2,83 г/см<sup>3</sup>; тимчасовим опором одноосному стиску в повітряно-сухому стані 111 – 255 МПа; тимчасовим опором одноосному стиску у водонасиченому стані – 108 - 240 МПа (рис.4.1);

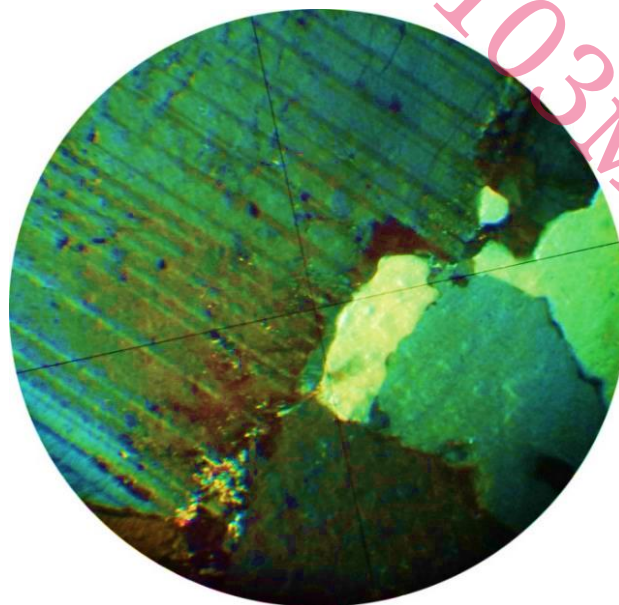


Рисунок 4.1 – Плагіограніт мусковитовий. Нік+, зб.90.



Рисунок 4.2 –плагіограніт біотит-амфіболовий, серицитизований.

Нік+, зб.90.



Рисунок 4.3 – плагіограніт мікроклінізований.

Нік+, зб.90.

- гранітами мікрокліновими лейкократовими (рис.4.4) аплітоїдними та пегматоїдними, залягають у вигляді крутопадаючих тіл шириною від кількох сантиметрів до 120 метрів, що характеризуються - щільністю частинок – 2,63 – 2,85 г/ см<sup>3</sup>; щільністю – 2,56 – 2,84 г/ см<sup>3</sup>; тимчасовим опором одновісному стиску в повітряно-сухому стані 168 – 272 МПа; тимчасовим опором

- гранітами мікрокліновими лейкократовими (рис.4.4, 4.5) аплітоїдними та пегматоїдними, залягають у вигляді крутопадаючих тіл шириною від кількох сантиметрів до 120 метрів, що характеризуються - щільністю частинок – 2,63 – 2,85 г/ см<sup>3</sup>; щільністю – 2,56 – 2,84 г/ см<sup>3</sup>; тимчасовим опором одновісному стиску в повітряно-сухому стані 168 – 272 МПа; тимчасовим опором одновісному стиску у водонасиченому стані – 157 - 259 МПа;



Рисунок 4.4 – Лейкократовий мікрокліновий граніт.Нік+, зб.90.

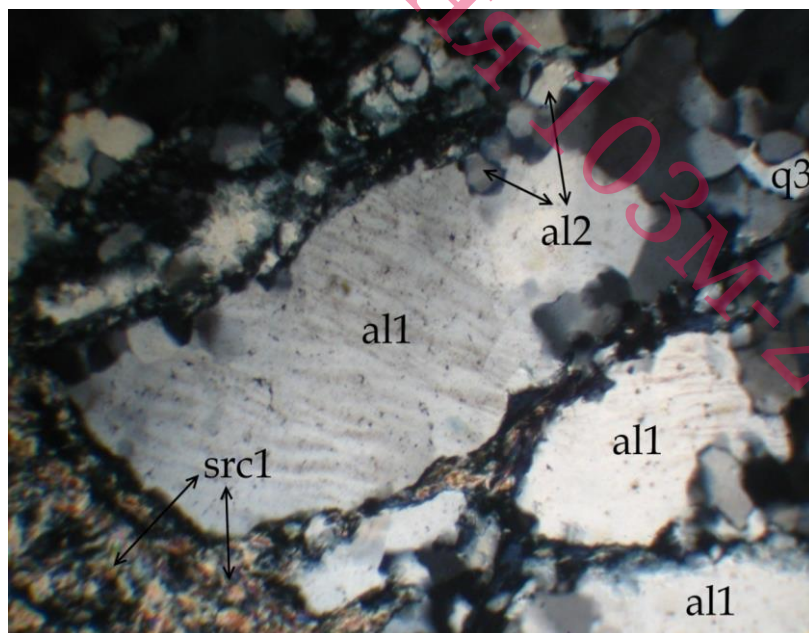


Рисунок 4.5 – Альбітизований та мікроклінізований граніт.Нік+, зб.90

В зонах тріщинуватості відзначено прояви процесів окварцювання, серицитизації, епідотизації (рис.4.6-4.7).

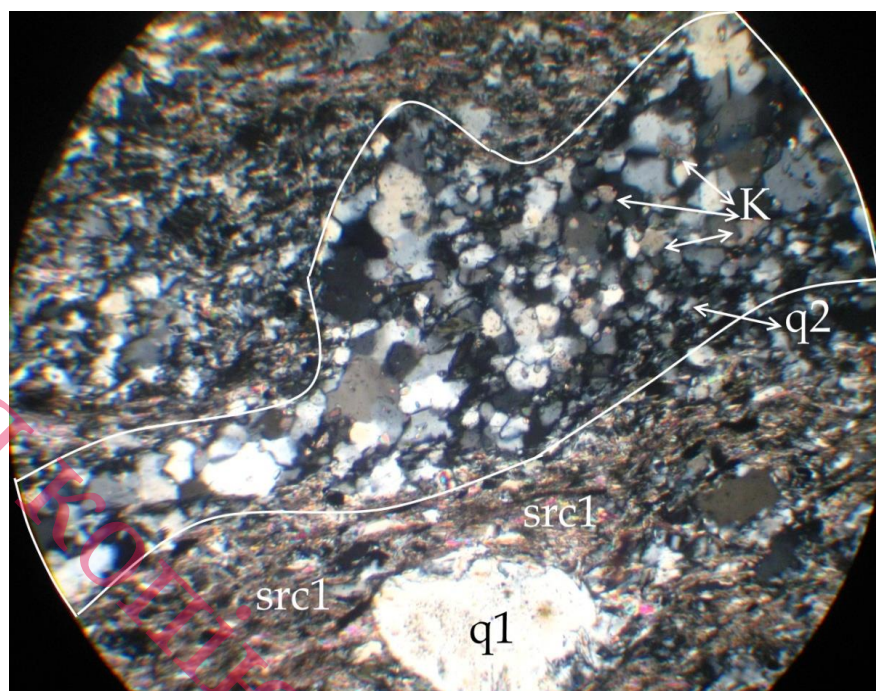


Рисунок 4.6 – Окварцований та серицитизований лейкограніт. Нік+, зб.90

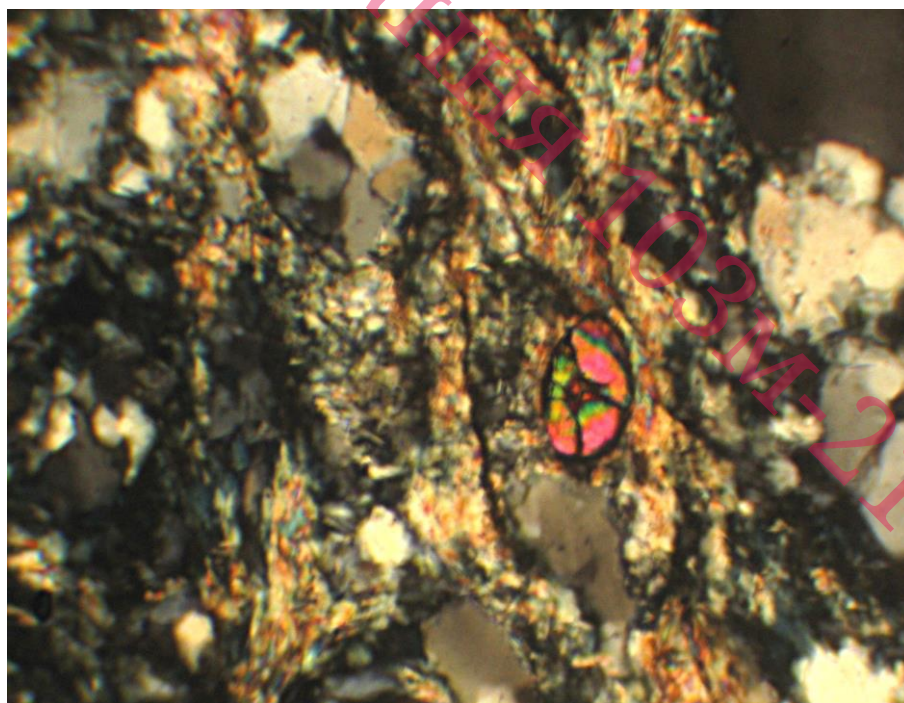


Рисунок 4.7 – Епідотизований лейкограніт з цирконом.

- гранітами біотитовими та біотит-роговообманковими (рис.4.8), мають обмежене поширення у вигляді круто падаючих тіл потужністю до 10 м, характеризуються - щільністю частинок – 2,63 – 2,78 г/ см<sup>3</sup>; щільністю – 2,55 – 2,73 г/ см<sup>3</sup>; тимчасовим опором одновісного стиску в повітряно сухому стані 119 - 240 МПа; тимчасовим опором одновісному стиску у водонасиченому стані – 111 – 210 МПа;



Рисунок 4.8 – граніт біотит-роговообманковий. Нік+, зб.90.

- діоритами, гранодіоритами та сієнітами (рис.4.9, 4.10), мають обмежене поширення у вигляді круто падаючих тіл потужністю до 2-6 м, характеризуються щільністю частинок - 2,65 - 2,94 г/ см<sup>3</sup>; щільністю – 2,57 – 2,86 г/ см<sup>3</sup>; тимчасовим опором одновісному стиску в повітряно-сухому стані 119 – 205 МПа; тимчасовим опором одновісному стиску у водонасиченому стані – 103 – 175 МПа;

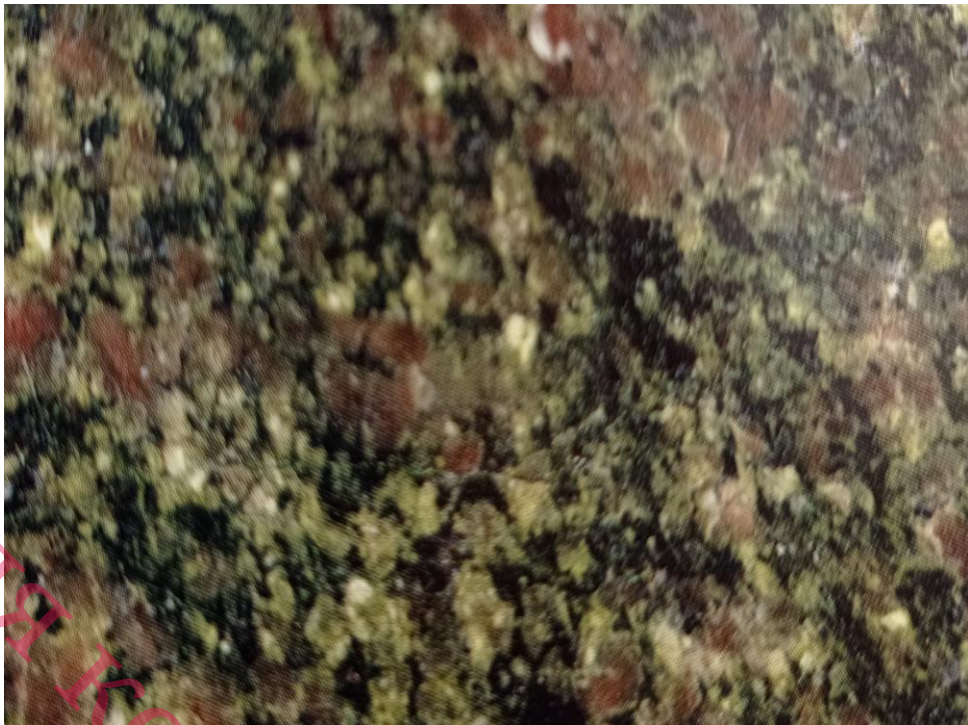


Рисунок 4.9 – Гранодіорит біотит-амфіболовий

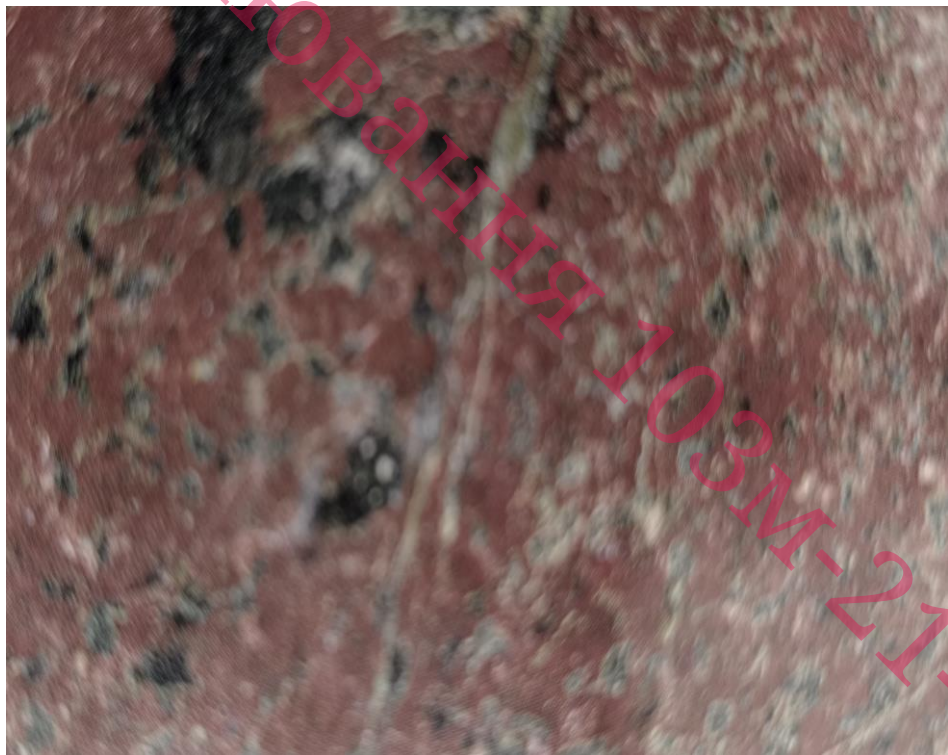


Рисунок 4.10 – Сієніт роговообманковий.

- гнейсами та граніто-гнейсами (рис.4.11), які зустрічаються порівняно часто у вигляді дрібних ксенолітів (10 – 15 см) та рідше великих (до 10 м) серед гранітоїдів, що характеризуються - щільністю частинок - 2,67 - 2,79 г/ см<sup>3</sup>; щільністю – 2,59 – 2,73 г/ см<sup>3</sup>; тимчасовим опором одновісному стиску у повітряно сухому стані 133 – 216 МПа; тимчасовим опором одновісному стиску у водонасиченому стані – 113 – 181 МПа;

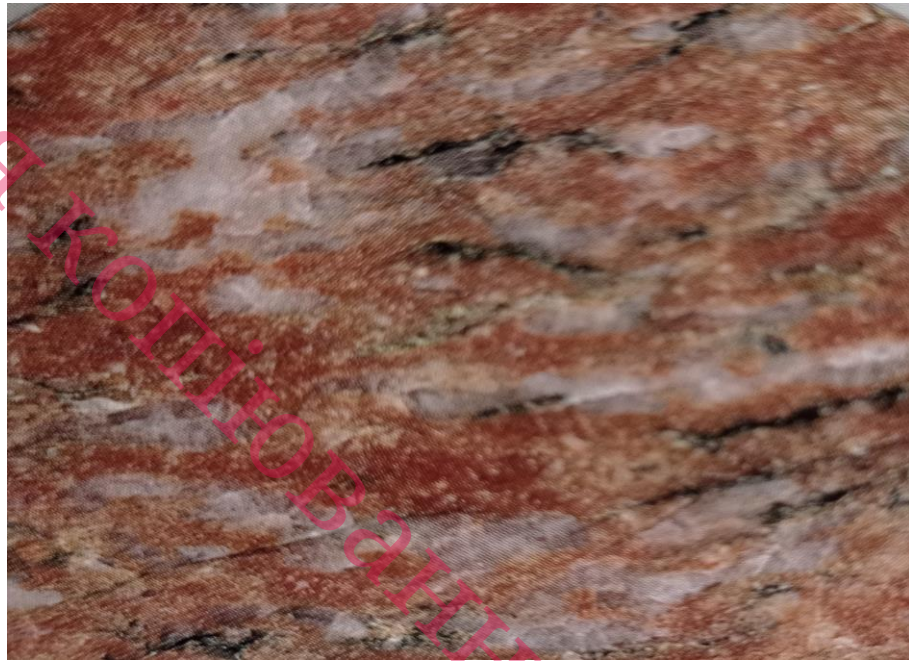


Рисунок 4.11 – Граніто-гнейс біотит- амфіболовий.

- амфіболітами (рис.4.12,4.13), що зустрічаються у вигляді дрібних ксенолітів серед магматичних порід потужністю трохи більше 5 – 6 м, характеризуються – щільністю частинок – 2,65 – 2,98 г/ см<sup>3</sup>; щільністю – 2,54 – 2,87 г/ см<sup>3</sup>; тимчасовим опором одновісному стиску у повітряно сухому стані 59 – 106 МПа; тимчасовим опором одновісному стиску у водонасиченому стані – 53 – 96 МПа;



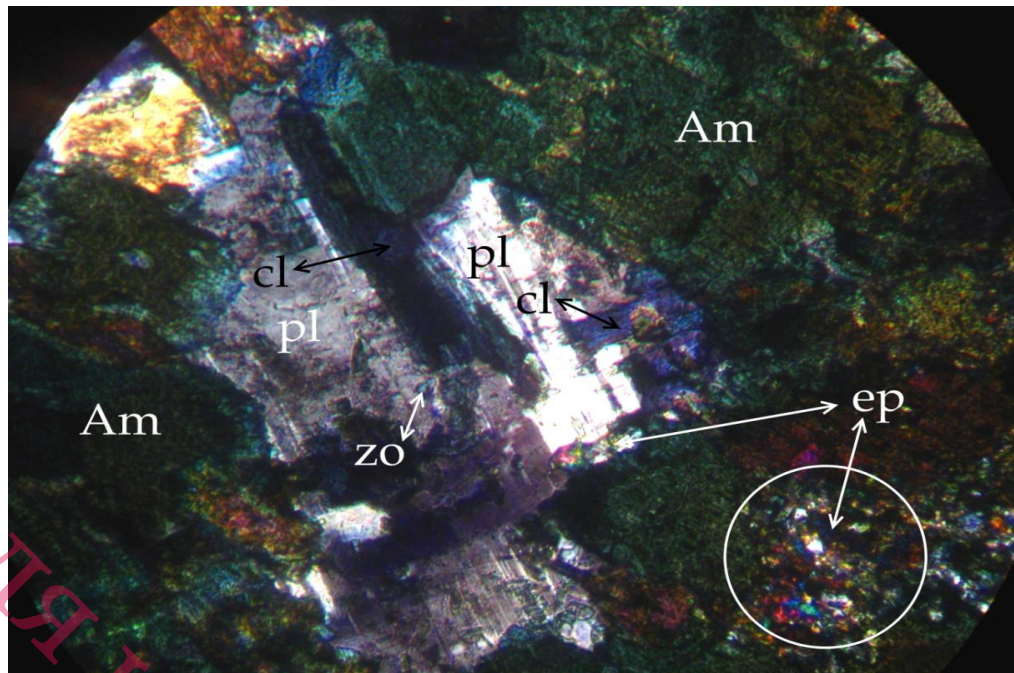


Рисунок 4.12 – Амфіболіт. Нік+, зб.90.

- мігматитами (рис.4.13), що утворилися за рахунок гранітизації гнейсів та амфіболітів, зустрічаються рідко, характеризуються щільністю частинок – 2,65 – 2,85 г/ см<sup>3</sup>; щільністю – 2,55 – 2,77 г/ см<sup>3</sup>; тимчасовим опором одновісному стиску в повітряно сухому стані 133 - 231 МПа; тимчасовим опором одновісному стиску в водонасиченому стані – 117 – 185 МПа.

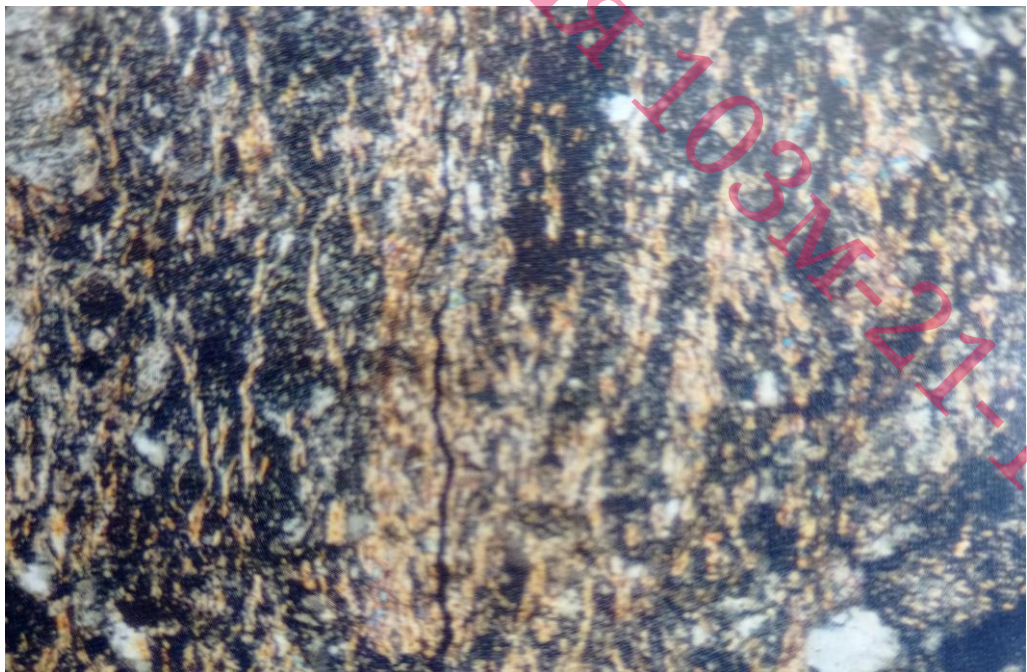


Рисунок 4.13 – Тектоніт по мігматиту.

Як видно з наведених характеристик, властивості різних петрографічних різновидів скельних порід дуже близькі і поділ скельних порід на окремі елементи за петрографічними ознаками практичного значення немає. Скельні породи, нижнього структурного поверху, розбиті численними великими та дрібними (регіональними та локальними) тектонічними порушеннями на брили і блоки вздовж яких розвинена мережа дрібних розломів та зон тріщинуватості та мілонітизації (рис.4.14). Покрівля скельних порід нерівна, що пов'язано з неоднорідністю їх петрографічного складу та тектонікою території, цим же зумовлена неоднорідність складу та потужності кори вивітрювання (елювіальних ґрунтів). Стародавня кора вивітрювання скельних порід (eMZ-KZ) характеризується тривалим процесом формування, складним складом та різним геологічним віком. Профіль кори вивітрювання характеризується зональністю та вираженим латеритним виглядом, невитриманістю по глибині та площі розвитку з поділом на 3 зони.

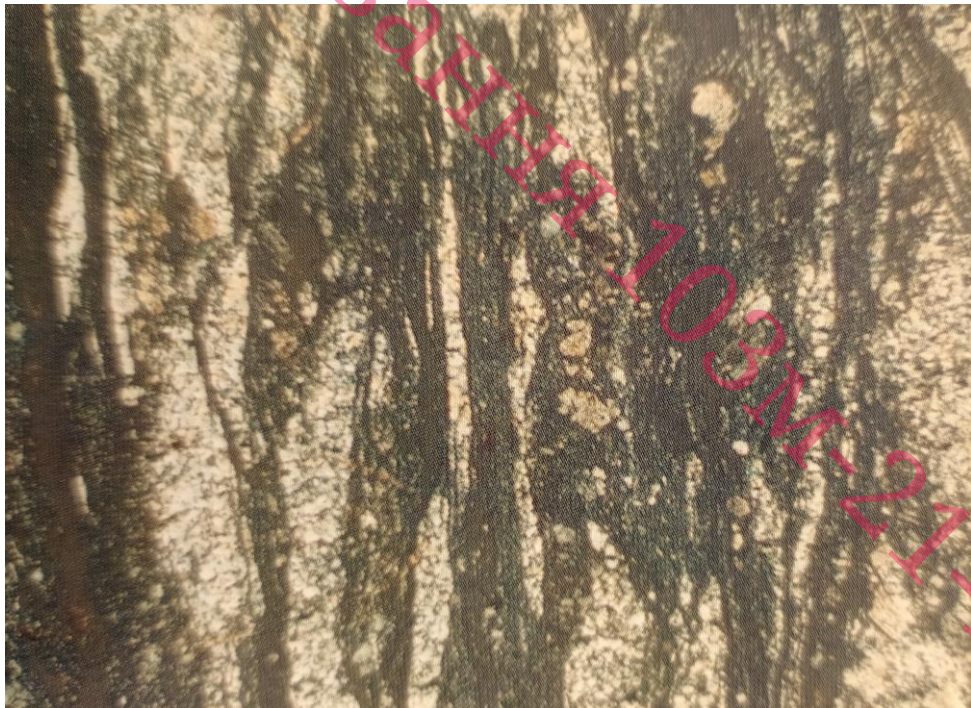


Рисунок 4.14 – Мілонітова структура плагіограніту в зоні тріщинуватості.

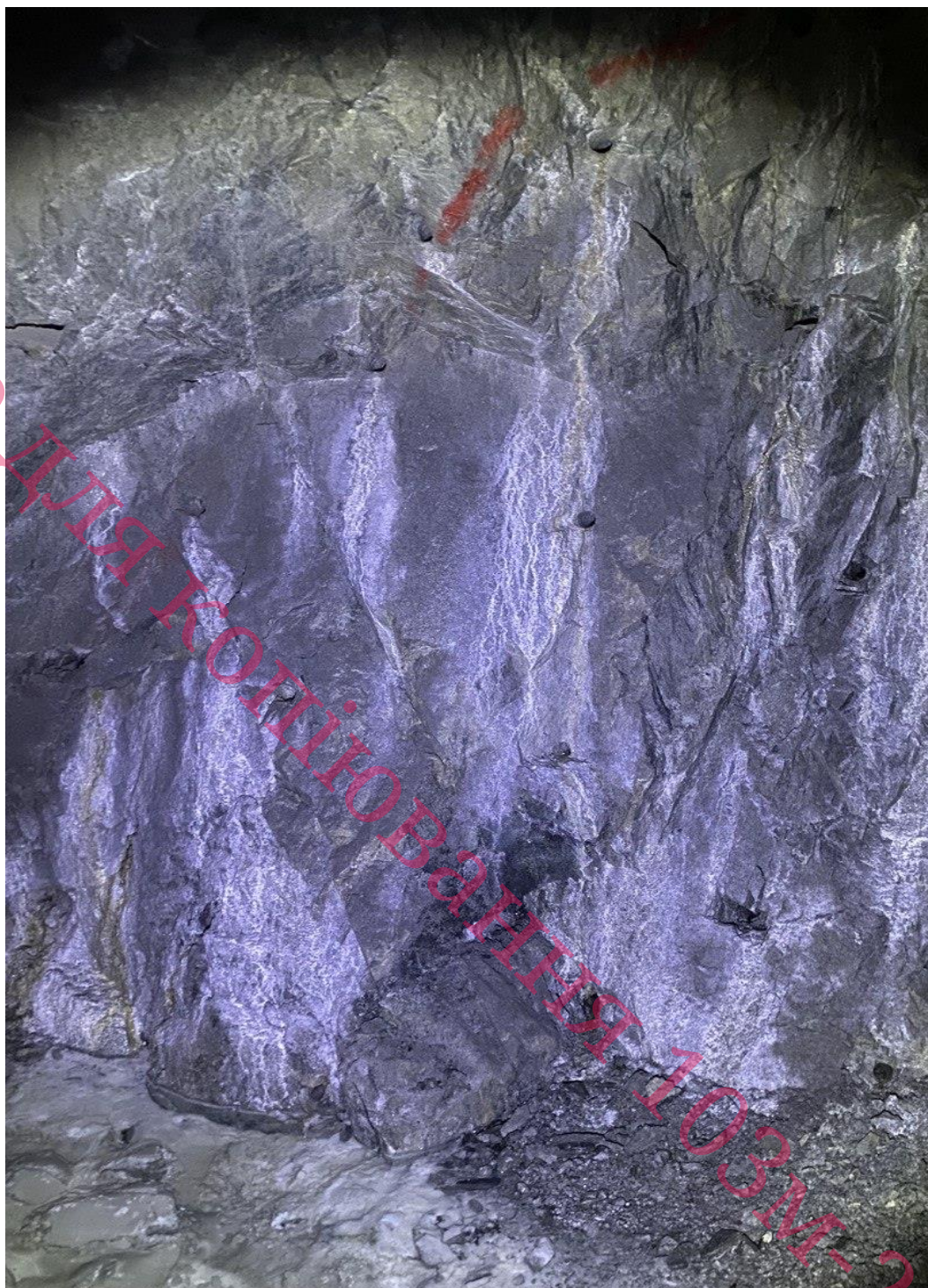


Рис.4.15 – Зона катаклазу та мілонізації (ПК 160+42,0)

Безпосередньо на материнській основі лежать продукти вилуговування та дезінтеграції заміщення первинних мінералів, які ще зберегли первинні структурні ознаки породи (уламково-глибова зона кори вивітрювання). Друга зона кори вивітрювання – дерев'яно-щебенева, представлена деревом та щебенем материнською скельної породи з піщано-глинистим каолінізованим

заповнювачем. Третя зона представлена пиловато-глинистими продуктами розкладання материнської породи (дисперсна зона). У цій зоні глиняста маса набуває рис вторинної перебудови.

За характером переробки скельних ґрунтів зустрінуті зони каолінізації, окварцювання, серицитизації (рис.4.15 - 4.17), дроблення, дуже сильної та сильної тріщинуватості. Потужність зон поблизу покрівлі скельного масиву досягають 5-20 м. Падіння тріщинуватих зон від крутого до вертикального. Напрямок падіння зон різноманітний, а можливі окремі пологі порушення. Вздовж розломів і зон тріщинуватості, що супроводжують їх, потужність кори вивітрювання збільшується до кількох десятків метрів.

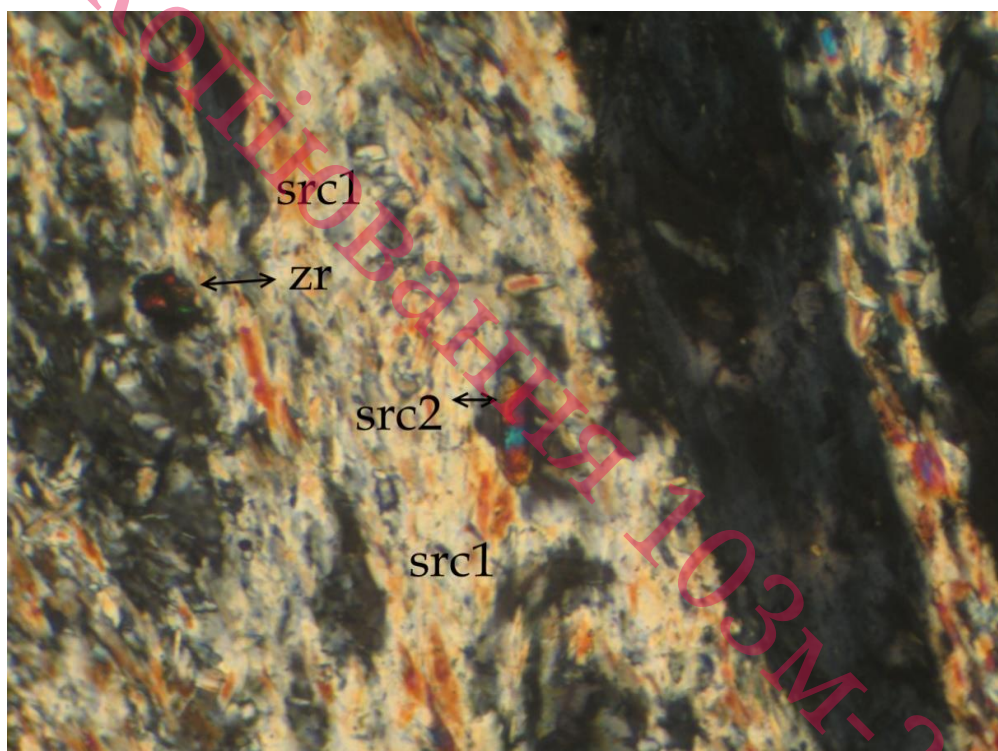


Рисунок 4.16 - Серицитизація по граніту. Нік+, зб.90

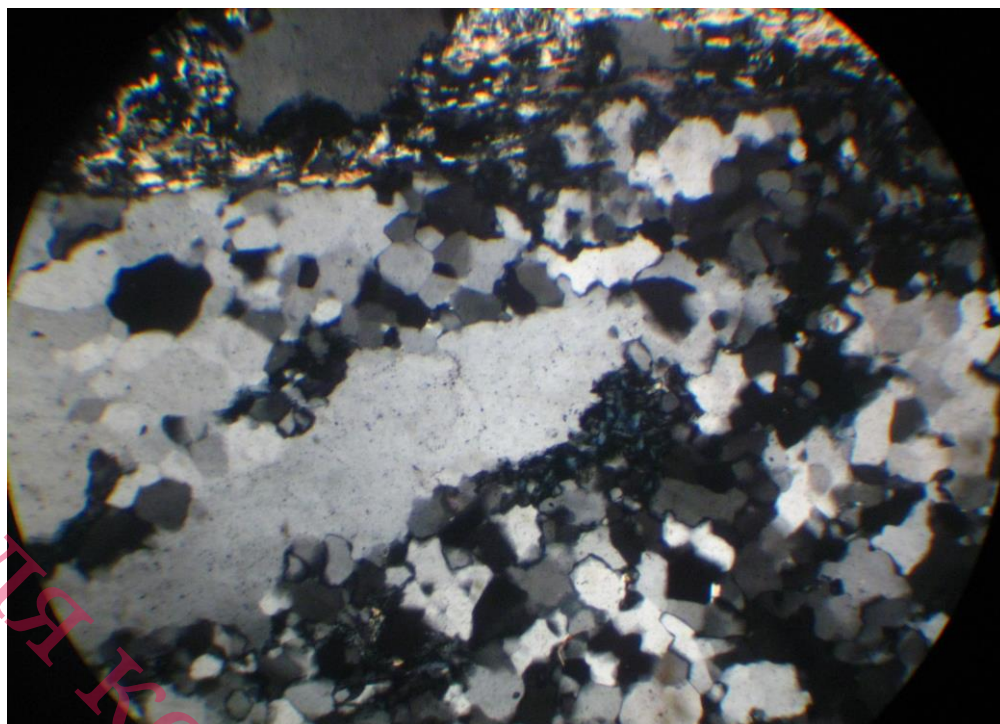


Рисунок 4.17 – серицит-кварцова порода зони тріщинуватості.

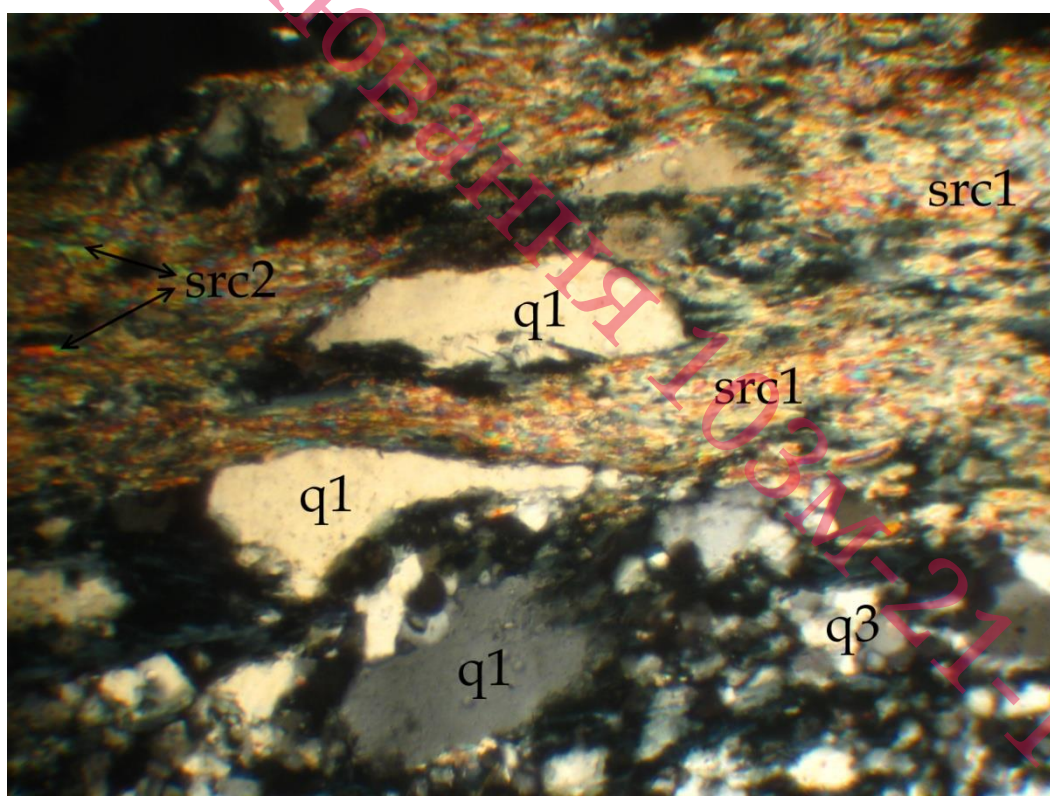


Рисунок 4.18 – Окварцювання та серицитизація плагіограніта .Нік+, зб.90



Рисунок 4.19 – Зона тріщинуватості та дроблення мігматиту.

Стародавні скельні породи та ґрунти кори вивітрювання повсюдно перекриті товщею кайнозойських осадових відкладень різного генетичного типу.

Четвертинні відкладення представлені комплексом:

- на першій надзаплавній терасі нар. Дніпро верхньочетвертинними алювіальними (aIII), алювіально-делювіальними (adIII) та середньочетвертинними флювіогляціальними (fgII) піщано-глинистими та гравілістими відкладеннями;

- на високих терасах та водороздільному схилі річки Дніпро; верхньо-і середньочетвертинними лісовими елювіально-делювіальними (edII-III) та еолово-делювіальними (vdII-III) супесями та суглинками, які підстилаються нижньочетвертинними делювіальними (dI) суглинками та глинами або неогеновими пісками (N1s). Горизонти та шари не завжди витримані за потужністю та простяганням.

На першій надзаплавній терасі, на окремих ділянках у четвертій підосві відкладень, зустрінуті піски та піщанисті глини харківської почту палеогену (P3ch), а на водороздільних ділянках на значній частині території четвертинні відкладення залягають на неогенових пісках чи корі вивітрювання гранітів.

З поверхні покривні відкладення практично повсюдно перекриті техногенними насипними (tIV) ґрунтами.

На рис.4.18 – 4.21 наведено макроскопічний вигляд порід з кернових проб, які досліджувались по свердловині DSK-11.



Рисунок 4.20 - Зразки порід по свердловині DSK-11, глибини 0.0- 7.0 м



Рисунок 4.21 - Зразки порід по свердловині DSK-11, глибини 7.0-12.0 м





Рисунок 4.22 - Зразки порід по свердловині DSK-11, глибини 25.0-30.0 м



Рисунок 4.23- Зразки порід по свердловині DSK-11, глибини 35.0-40.0 м

Висновки до розділу:

- петрографічне вивчення шліфів з відібраних зразків порід, підтверджують неоднорідність породного масиву, виділяється велика кількість метаморфізованих зон ковзання по яким стімко рухаються підземні води;

- породний масив в більшості складається з мігматитів, плагіогранітів, гранітів серицитізованих, амфіболітів, гранодіоритів, сієнітів, гнейсів;

- зони ковзання переважно складаються з мілонітів незначної міцності;

- породи мають дуже неоднорідну міцність, спричинено це неоднорідністю та різнонаправленістю тріщин та зон ковзання та розвитком вторинних процесів перетворення вихідних порід;

- осадовий чохол складається з переважно алювіальних, делювіальних та флювіоглаціальних відкладів у вигляді пісків, супісів, суглинків, глин, потужності пластів не витримані.

## 4.2 МІНЕРАЛОГІЧНИЙ СКЛАД ГОЛОВНИХ ПЕТРОГРАФІЧНИХ РІЗНОВИДІВ ПОРІД

Мінералогічний склад порід у вигляді співвідношення породотвірних мінералів найбільш типових різновидів гранітів, які досліджувались за результатами випробування свердловин, наведено на діаграмах (рис. 4.24 – 4.33):

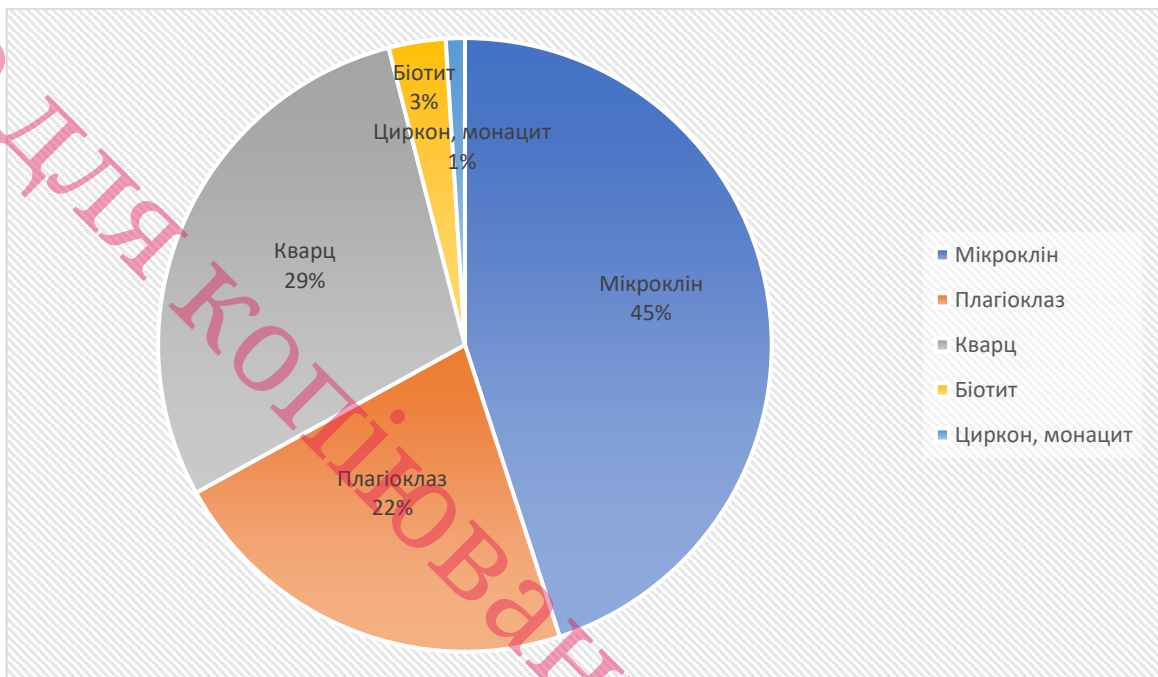


Рисунок 4.24 – Діаграма співвідношення (%) мінералів в середньозернистому граніті біотитовому, двопольовошпатовому.

Структура граніту порфіроподібна.

Мінеральний склад (у %): мікрокліну –43- 45, плагіоклазу –20 - 22, кварц – 29, біотит – 3 , циркон, монацит (в сумі до 3 %). Головним породотворюючим мінералом є мікроклін, що формує переважно таблитчасті зерна розміром від 3 мм до 0.27 мм, спостерігаються тріщини спайності, які розвинуті в двох напрямках під кутом до 90<sup>0</sup>, визначено характерне для мікрокліну полісинтетичне двійникування у вигляді мікроклінової ґратки. В деяких зернах мікрокліну спостерігаються включення кварцу і плагіоклазу (пертити та мірмекити). В деяких місцях зерна перекристалізовані. Зерна мікрокліну заміщені серитом та пелитизовані.

Плагіоклаз створює таблитчасті та неправильної форми зерна розміром до 2 мм, безбарвні, на деяких зернах спостерігається спайність в двох напрямках, спорадично зустрінуто прості двійники з нечітким двійниковим швом. В деяких зернах присутні мірмекіти та пойкилітові включення кварцу. Плагіоклаз представлений олігоклазом з рідкими включеннями мірмекітів – найчастіше андезин-лабрадорового складу. Плагіоклаз серицитизований.

Кварц формує зерна неправильної форми з середнім розміром 1-2 мм. Кордони між зернами ксеноморфні, мають вихлясті або майже прямолінійні контакти. Майже всі зерна розбиті тріщинами, по яких розвиваються ланцюжки рідинно-газових включень у вигляді мірмекітів та пойкилітових включень, які присутні у зернах плагіоклазу і мікрокліну.

Біотит представлений лускоподібними зернами розміром до 0.7 мм, деякі з них розподілені в тріщинах та периферійних частинах інших зерен. Контакти хвилясті, зубчаті та прямолінійні. Мінерал плеохроює за біотитовою схемою, абсорбції від коричневого до жовтого відтінків.

Акцесорні мінерали представлені поодинокими дрібними зернами округлої форми - монацит та циркон.

Порода розбита тріщинами, тонка сітка мітротріщин відмічається по плагіоклазам і мікроклінам по яких іде серицитизація.

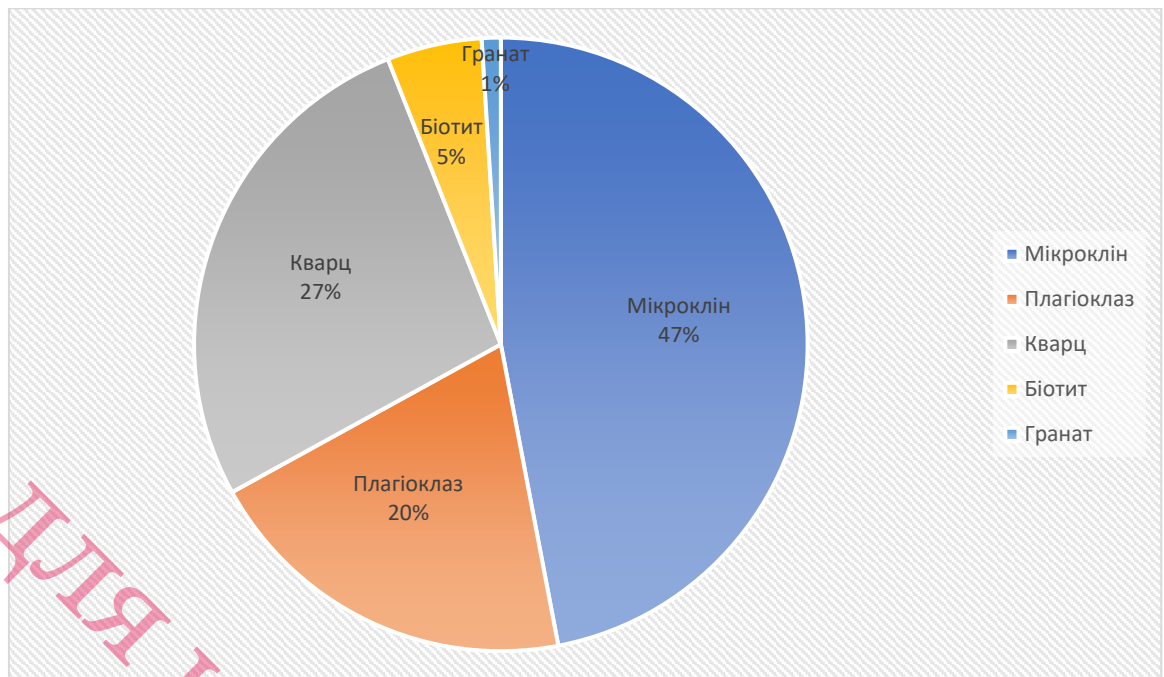


Рисунок 4.25 - Діаграма співвідношення (%) мінералів в порфіроподібному, біотитовому плагіограніті мікроклінізованому.

Структура порфіроподібна.

Мінеральний склад (у %): мікрокліну – 46-47, плагіоклазу – 15- 20, кварц – 25 -27, біотит – 5, гранат , циркон - поодинокі зерна.

Основним породоутворюючим мінералом є мікроклін - безбарвний, що утворює переважно таблитчасті зерна розміром від 5-6 мм до 1-2 мм, іноді спостерігаються тріщини спайності, які розвинуті в двох напрямках під кутом 90<sup>0</sup>, виявлено характерне полісинтетичне двійникування у вигляді мікроклінової ґратки. В деяких зернах мікрокліну спостерігаються включення кварцу та плагіоклазу. В деяких місцях зерна рекристалізовані.

Плагіоклаз створює таблитчасті та неправильної форми зерна розміром до 1.5-2 мм, безбарвний, на деяких зернах спостерігається спайність в двох напрямках, інколи зустрічаються прості двійники з чітким двійниковим швом. В деяких зернах присутні мірмекіти та округлі пойкиліти кварцу. Плагіоклаз представлений олігоклазом з рідкими включеннями пертитів. Плагіоклаз сильно серицитизований.

Кварц утворює зерна неправильної форми середнім розміром 0.8 мм. Кордони між зернами ксеноморфні, мають вихлясті або майже прямолінійні

контакти. Майже всі зерна розбиті тріщинами, по яких розвиваються ланцюжки рідинно-газових включень у вигляді мірмекітів і поїкілітових включень, які присутні у зернах плагіоклазу і мікрокліну.

Біотит спостерігається у вигляді лускоподібних зерен розміром до 1,5 мм, деякі з них розташовані в тріщинах та крайових частинах інших зерен. Контакти хвилясті, зубчаті та прямолінійні. Мінерал плеохроює за біотитовою схемою абсорбції від коричневого до жовтого відтінків.

Гранат представлений безбарвними зернами округлої або кутастої форми розміром від 0.15 до 0.7 мм. Зерна розбиті сітчастими тріщинами.

Акцесорні мінерали - поодинокі дрібні зерна циркону переважно призматичної форми. Порода слабо тріщинувата. Тонка сітка мікротріщин відмічається переважно по польових шпатах.

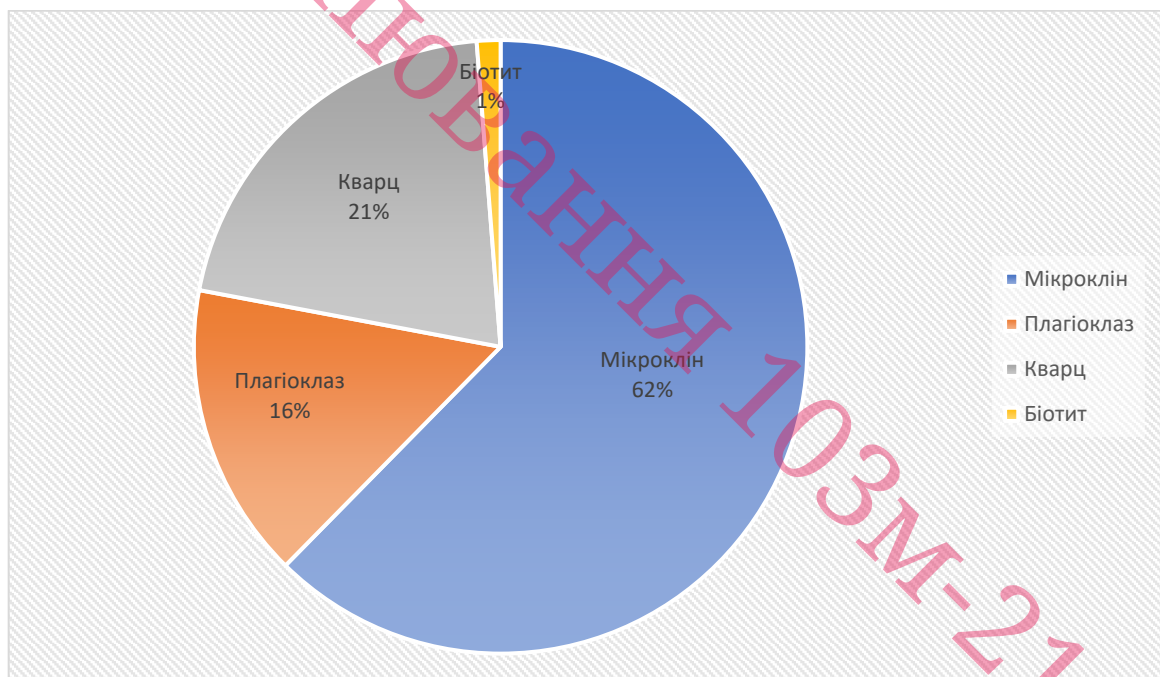


Рисунок 4.26 - Діаграма співвідношення (%) мінералів в середньозернистому біотитовому двопольовошпатовому граніті. Структура порфіроподібна.

Мінеральний склад (у %): мікрокліну – 60, плагіоклазу – 15, кварц – 20, біотит – 5, гранат та циркону поодинокі зерна.

Основним породоутворюючим мінералом є мікроклін, який утворює зерна таблитчастої та неправильної форми розміром до 3 мм. В зернах відзначено двійникування по типу мікроклінової ґратки, але в більшості зерен вона деформована. В деяких зернах спостерігаються чіткі лінії спайності і включення плагіоклазів. Зерна слабо серицитизовані.

Плагіоклаз формує в основному зерна неправильної форми розміром до 0.7 мм, безбарвний, полісинтетичне двійникування відсутнє. Деякі зерна є утворюють включення в мікрокліні. В зернах присутні мірмекітові включення кварцу. Плагіоклаз інтенсивно пелітизовано.

Кварц утворює зерна переважно неправильної форми, середнім розміром від 0.27 до 1.5 мм. Деякі зерна мають блокове і хвилясте згасання, присутні у вигляді мірмекітових включень в зернах польового шпату. Вторинні зміни відсутні.

Біотит представлений у вигляді лускуватих та неправильної форми зерен. Зерна забарвлені в буровато-коричневі і зелено-бурі кольори. Зелене забарвлення пов'язане з практично повною хлоритизацією біотиту. На хлоритизованих зернах спостерігається голки рутилу – сагенітова ґратка.

Гранат представлений безбарвними зернами округлої або кутастої форми розміром від 0.10 до 0.5 мм. Зерна розбиті широкими тріщинами.

Акцесорні мінерали - поодинокі дрібні зерна циркону переважно призматичної форми.

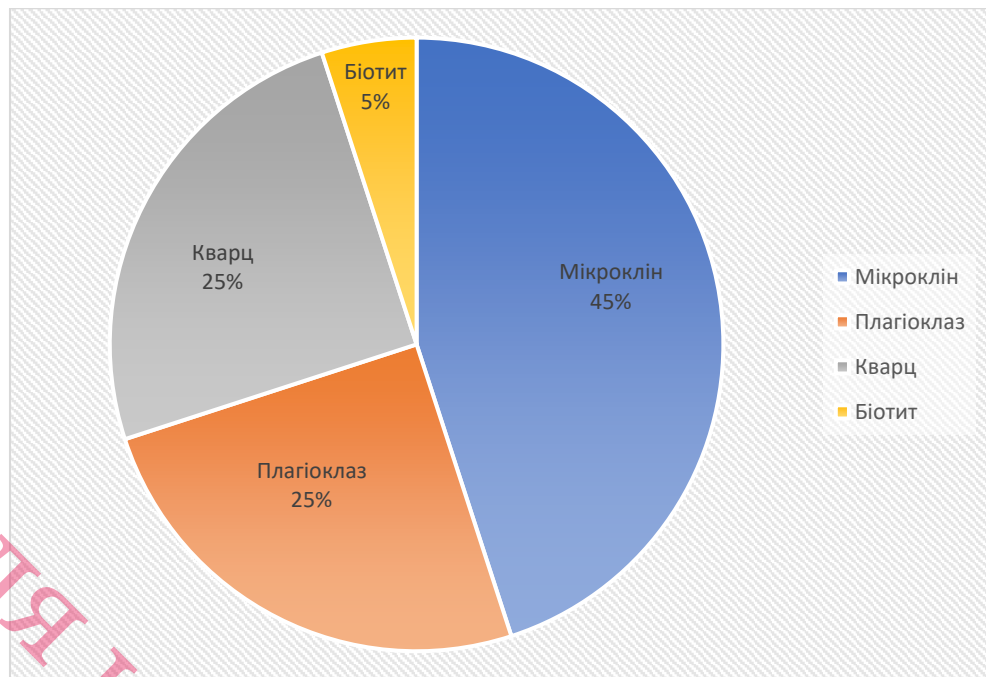


Рисунок 4.27 - Діаграма співвідношення (%) мінералів в катаклазованому біотитовому двопольовошпатовому граніті.

Структура порфіроподібна.

Мінеральний склад (у %): мікрокліну – 45, плагіоклазу – 25, кварц – 25, біотит – 5, циркон поодинокі зерна.

Основним породоутворюючим мінералом є мікроклін, який формує зерна таблитчастої та неправильної форми розміром до 2.5-3 мм. В зернах присутне двійникування типу мікроклінової ґратки, але в більшості зерен вона деформована. В деяких зернах спостерігаються чіткі лінії спайності і включення плагіоклазів. Зерна серицитизовані та пелітизовані.

Плагіоклаз утворює в основному зерна неправильної форми розміром до 1.7 мм, безбарвний, полісинтетичне двійникування не визначено. Деякі зерна формують включення в мікрокліні. В зернах присутні мірмекітові включення кварцу. Плагіоклаз слабо пелітизован.

Кварц формує зерна неправильної форми з середнім розміром від 0.5 до 1.5 мм. Деякі зерна мають хвилясте згасання, присутні у вигляді мірмекітових включень в зернах польового шпату.

Біотит зустрінутий у вигляді лускуватих та неправильної форми зерен. Зерна забарвлені в буровато-коричневі і бурі кольори.



Акцесорні мінерали - поодинокі дрібні зерна циркону.

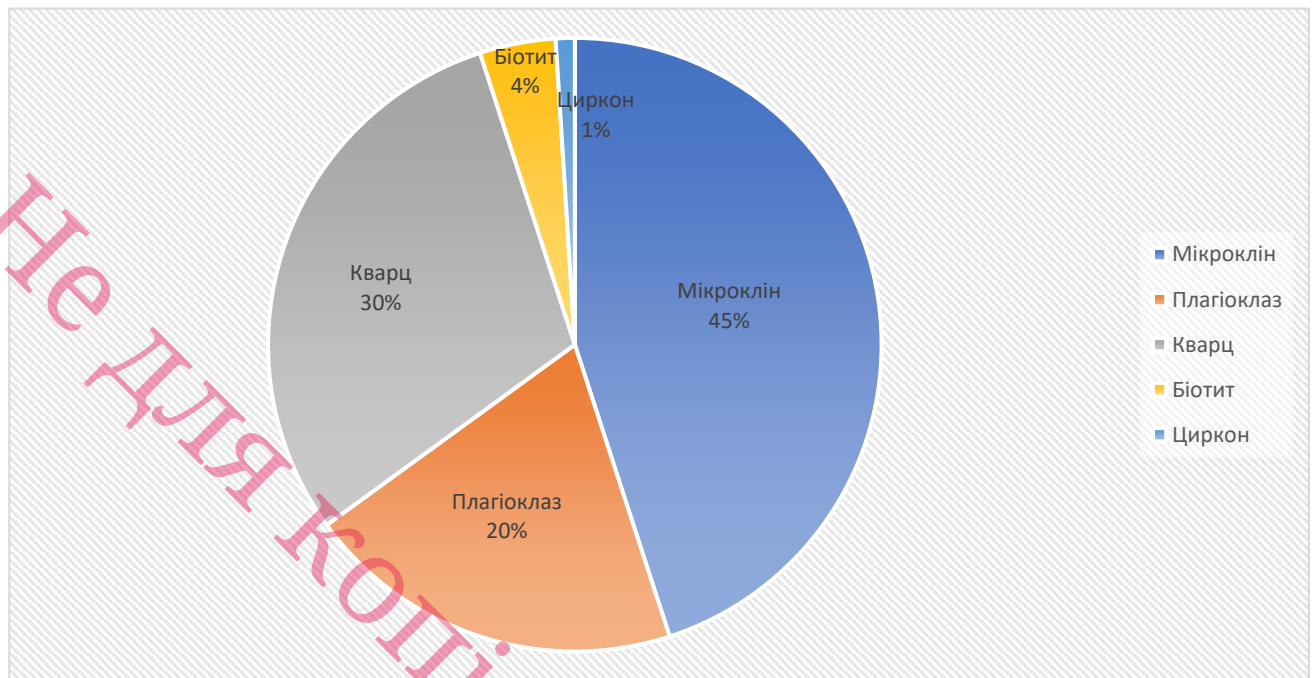


Рисунок 4.28 - Діаграма співвідношення (%) мінералів в порфіроподібному біотитовому двопольовошпатовому граніті.

Структура порфіроподібна

Мінеральний склад (у %): мікрокліну – 45, плагіоклазу – 20, кварц – 30, біотит – 4, поодинокі зерна циркону.

Головним породоутворюючим мінералом є мікроклін, що утворює переважно таблитчасті зерна розміром від 4.8 мм до 0.7 мм, спостерігаються тріщини спайності, які розвинуті в двох напрямках під кутом  $90^{\circ}$ , характерне полісинтетичне двійникування у вигляді мікроклінової ґратки. В деяких зернах мікрокліну спостерігаються включення кварцу і плагіоклазів. В деяких місцях зерна рекристалізовані. Зерна піддані слабкій серицитизації та пелітизації.

Плагіоклаз створює таблитчасті та неправильної форми зерна розміром до 3 мм, безбарвний, на деяких зернах спостерігається спайність в двох напрямках, зустрічаються прості двійники з нечітким двійниковим швом. В деяких зернах присутні мірмекіти та округлі пойкиліти кварцу.

Плагіоклаз представлений олігоклазом з рідкими включеннями мірмекітів – найчастіше андезин-лабрадор. Слабо серицитизований і пелитизований.

Кварц формує зерна неправильної форми середнього розміру – до 1 мм. Зближення між зернами ксеноморфні, мають вихлясті або майже прямолінійні контакти. Майже всі зерна розбиті тріщинами, по яких розвиваються ланцюжки рідинно-газових включень у вигляді мірмекітів і пойкилітових включень, присутніх у зернах плагіоклазу і мікрокліну.

Біотит представлений лускоподібними зернами розміром до 0.8 мм, деякі з них розташовані в тріщинах та крайових частинах інших зерен. Контакти хвилясті, зубчаті та прямолінійні. Мінерал плеохроює за біотитовою схемою, абсорбції від коричневого до жовтого відтінків.

Акцесорні мінерали - поодинокі дрібні зерна монациту та призматичні зерна циркону.

Порода тріщинувата. Тонка сітка мітротріщин відмічається по плагіоклазам і мікроклінам, по яких іде слабка серицитизація і пелитизація.

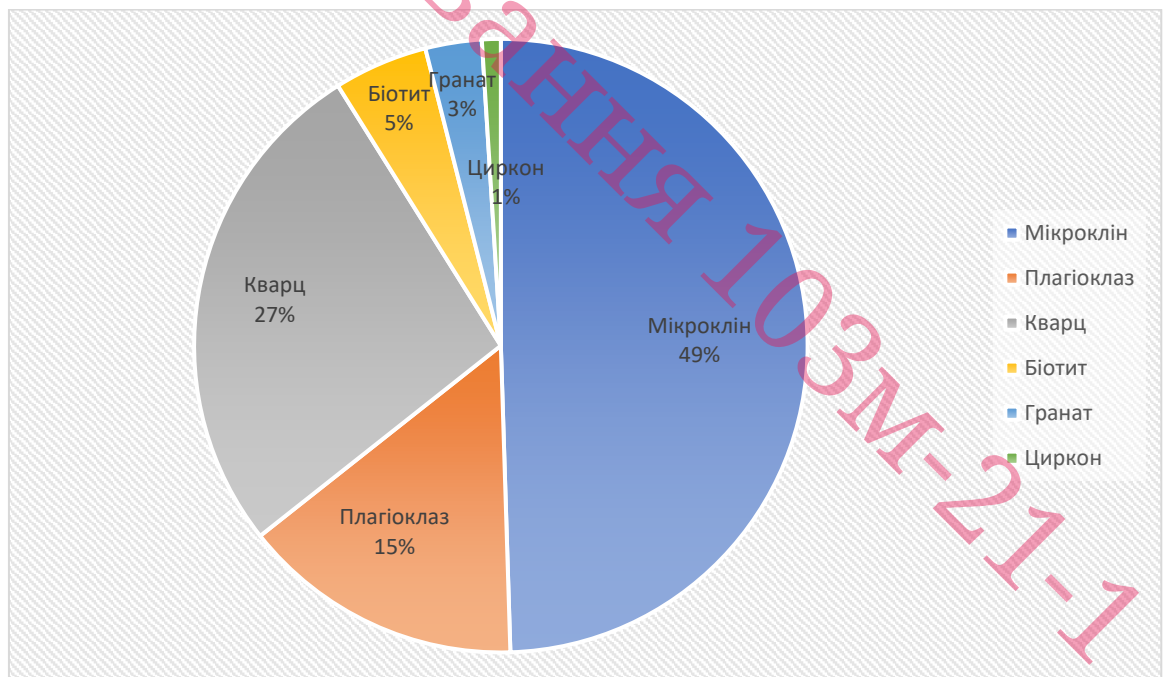


Рисунок 4.29 - Діаграма співвідношення (%) мінералів в порфіроподібному біотитовому двопольовошпатовому граніті. Структура порфіроподібна.

Мінеральний склад (у %): мікрокліну – 50, плагіоклазу – 15, кварц – 26, біотит – 5, гранат – 3, циркон поодинокі зерна.

Головним породоутворюючим мінералом є мікроклін - безбарвний, що утворює переважно таблитчасті зерна розміром від 7 мм до 1 мм, спостерігаються тріщини спайності, які розвинуті в двох напрямках під кутом  $90^{\circ}$ , характерним є полісинтетичне двійникування у вигляді мікроклінової ґратки. В деяких зернах мікрокліну спостерігаються включення кварцу і плагіоклазів. В деяких місцях зерна піддані слабкій рекристалізації, слабо пелітизовані.

Плагіоклаз створює таблитчасті та неправильної форми зерна розміром до 1.7 мм, безбарвні, на деяких зернах спостерігається спайність в двох напрямках, інколи зустрічаються прості двійники з чітким двійниковим швом. В деяких зернах присутні мірмекіти та округлі пойкиліти кварцу. Плагіоклаз представлений олігоклазом. Слабо серицитизований і пелітизований.

Кварц утворює зерна неправильної форми середні м розміром 0.8 мм. Зближення між зернами ксеноморфні, мають вихлясті або майже прямолінійні контакти. Майже всі зерна розбиті тріщинами, по яких розвиваються ланцюжки рідинно-газових включень у вигляді мірмекітів і пойкилітових включень, присутніх у зернах плагіоклазу і мікрокліну.

Біотит представлений лускоподібними зернами розміром до 1 мм, деякі з них розташовані в тріщинах та крайових частинах інших зерен. Контакти хвилясті, зубчаті та прямолінійні. Мінерал плеохроює за біотитовою схемою, абсорбції від коричневого до жовтого відтінків.

Гранат представлений безбарвними зернами округлої або кутастої форми розміром від 0.15 до 0.7 мм. Зерна розбиті широкими тріщинами.

Акцесорні мінерали представлено поодинокими дрібними зернами циркону. Порода слабо тріщинувата. Тонка сітка мітротріщин відмічається переважно по польових шпатах.

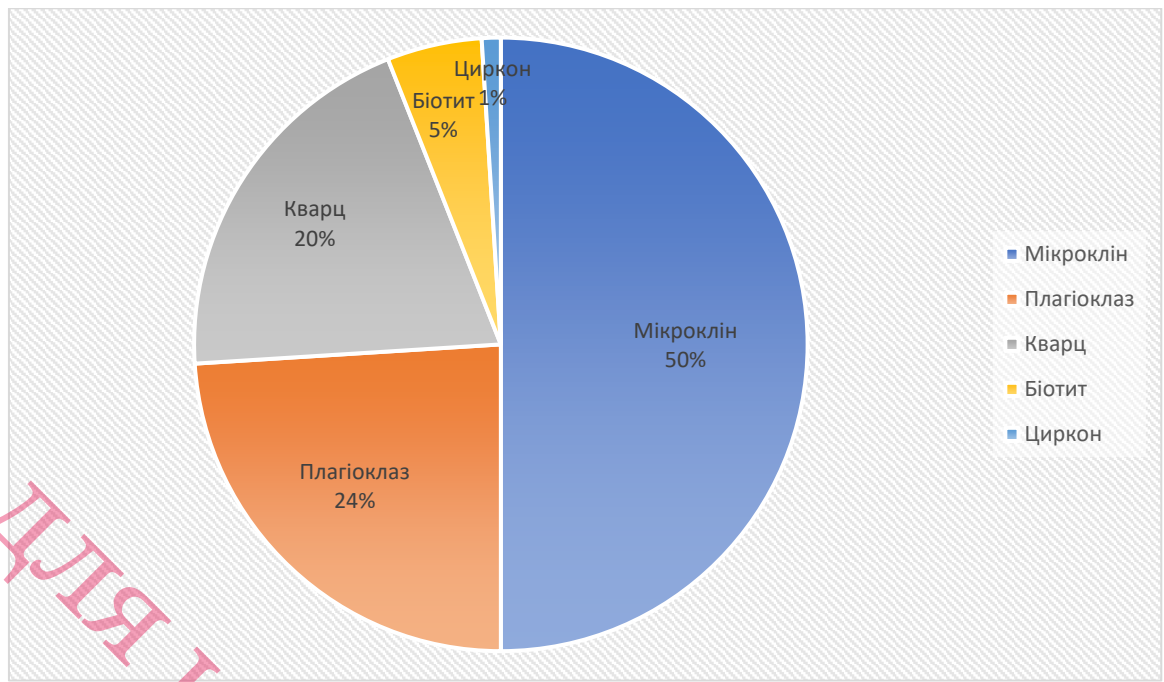


Рисунок 4.30 - Діаграма співвідношення (%) мінералів в катаклазованному двопольовошпатовому граніті.

Структура порфіроподібна.

Мінеральний склад (у %): мікрокліну – 50, плагіоклазу – 24, кварц – 20, біотит – 5, циркону поодинокі зерна.

Головним породоутворюючим мінералом є мікроклін, який утворює зерна таблитчастої та неправильної форми розміром до 3.0 мм. В зернах присутнє двійникування по типу мікроклінової ґратки, але в більшості зерен вона деформована. В деяких зернах спостерігаються чіткі лінії спайності і включення плагіоклазів. Зерна слабо піддані серицитизація і пелітизації.

Плагіоклаз створює в основному зерна неправильної форми розміром до 0.5 мм, безбарвні, полісинтетичне двійникування відсутнє. Деякі зерна є включеннями в мікрокліні. В зернах присутні мірмекітові включення кварцу. Плагіоклаз інтенсивно пелітизований.

Кварц утворює зерна неправильної форми середнім розміром від 0.3 до 1.0 мм. Деякі зерна мають блокове і хвилясте згасання, присутні у вигляді мірлікітових включень в зернах польового шпату. Вторинні зміни відсутні.

Біотит представлений у вигляді лускуватих та неправильної форми зерен. Зерна забарвлені в буровато-коричневі і жовто-бурі кольори.

Гранат представлений безбарвними зернами округлої або кутастої форми розміром від 0.3 до 0.7 мм. Зерна розбиті широкими тріщинами.

Акцесорні мінерали - поодинокі дрібні зерна циркону.

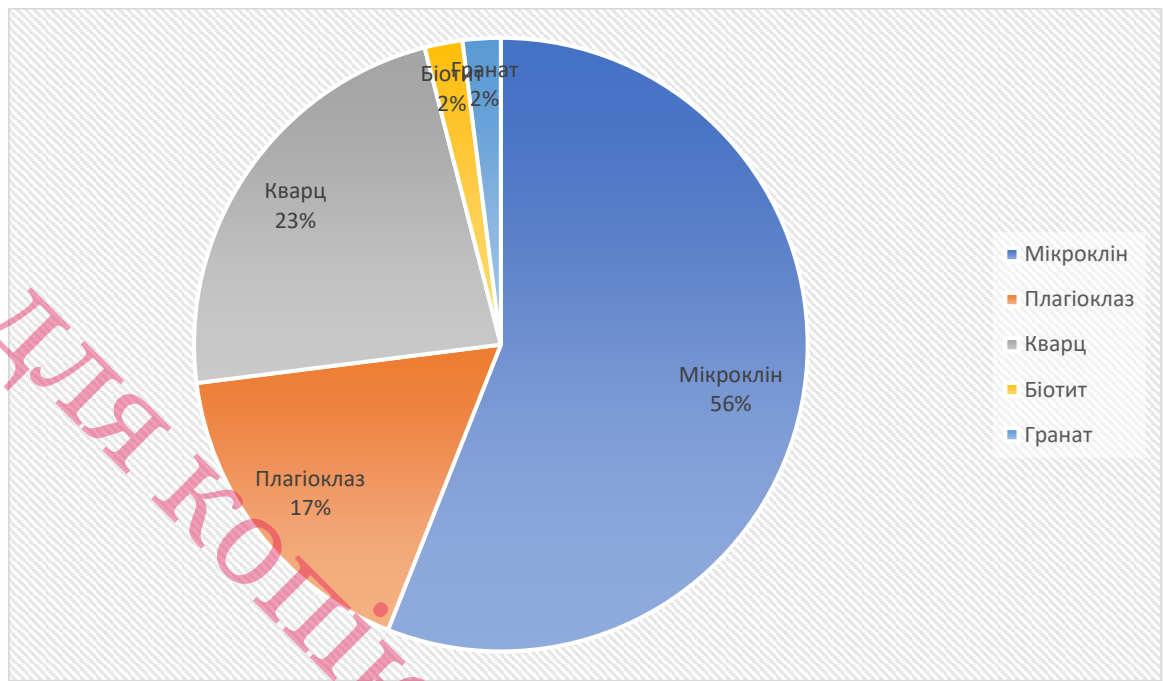


Рисунок 4.31 - Діаграма співвідношення (%) мінералів в двопольовошпатовому гранат-біотитовому катаклазованному граніті.

Структура порфіроподібна.

Мінеральний склад (у %): мікрокліну – 56, плагіоклазу – 17, кварц – 23, біотит – 2, гранат -2.

Основним породоутворюючим мінералом є мікроклін, який утворює зерна таблитчастої та неправильної форми розміром до 4.7 мм. В зернах присутнє двійникування по типу мікроклінової ґратки, але в більшості зерен вона деформована. В деяких зернах спостерігаються чіткі лінії спайності і включення зерен плагіоклазу та кварцу.

Плагіоклаз створює в основному зерна неправильної форми розміром до 1.2 мм, безбарвний, полісинтетичне двійникування відсутнє. Деякі зерна є включеннями в мікрокліні. В зернах присутні мірликітові включення кварцу. Плагіоклаз слабо пелітизований.

Кварц утворює зерна неправильної форми середнім розміром до 1.7 мм. Деякі зерна мають блокове і хвилясте згасання, присутні у вигляді мірликітових включень в зернах польового шпату. Вторинні зміни відсутні.

Біотит представлений у вигляді лускуватих та неправильної форми зерен. Зерна забарвлені в буровато-коричневі і жовто-бурі кольори.

Гранат зустрінуто у вигляді безбарвних зерен округлої або кутастої форми розміром від 0.3 до 0.7 мм. Зерна розбиті широкими тріщинами.

Акцесорні мінерали представлено дрібними зернами призматичної форми циркону та апатиту.

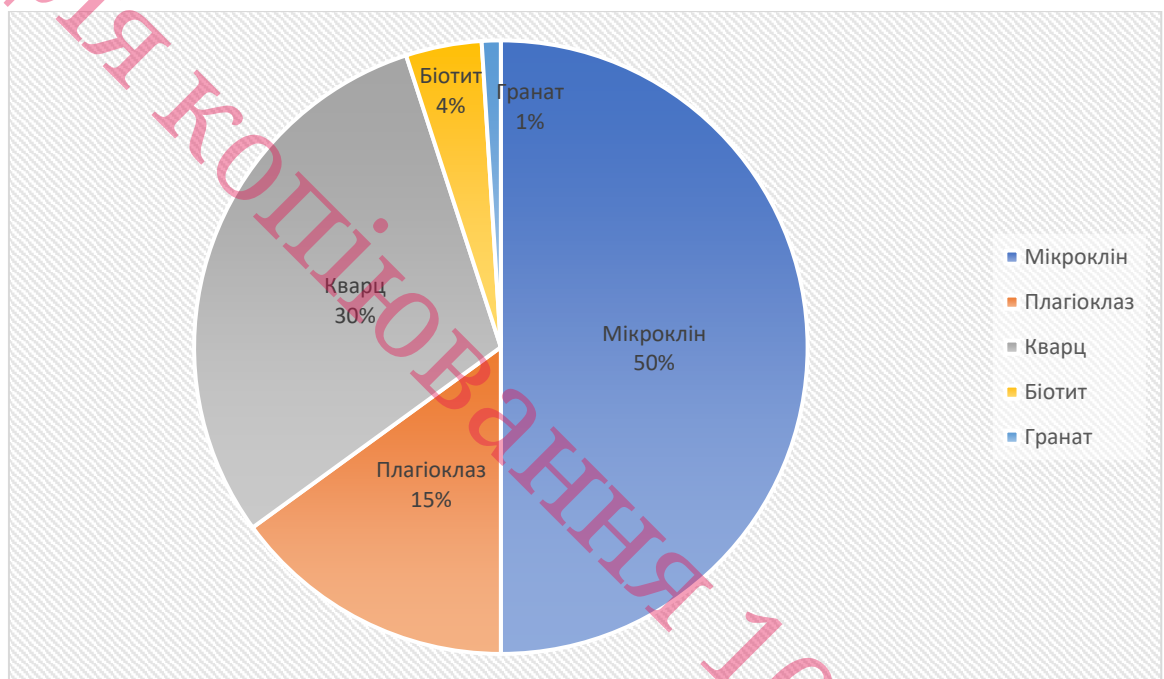


Рисунок 4.32 - Діаграма співвідношення (%) мінералів в катаклазованому мікроклінізованому біотитовому граніті.

Структура порфіроподібна

Мінеральний склад (у %): мікрокліну – 50, плагіоклазу – 15, кварц – 30, біотит – 4, гранат – 1, поодинокі зерна циркону, монациту.

Основним породоутворюючим мінералом є безбарвний мікроклін, що утворює переважно таблитчасті зерна розміром до 4.7 мм, спостерігаються тріщини спайності, які розвинуті в двох напрямках під кутом  $90^{\circ}$ , характерне полісинтетичне двійникування. В деяких зернах мікрокліну спостерігаються

включення кварцу і плагіоклазів. В деяких ділянках зерна піддані рекристалізації. Зерна піддані слабкій серицитизації та пелітизації.

Плагіоклаз створює табличчасті та неправильної форми зерна розміром до 1 мм, безбарвний, на деяких зернах спостерігається спайність в двох напрямках, інколи зустрічаються прості двійники з нечітким двійниковим швом. В деяких зернах присутні мірмекітові включення кварцу. Плагіоклаз представлений олігоклазом. Слабо серицитизований і пелітизований.

Кварц спостерігається у вигляді зерен неправильної форми з середнім розміром 1 мм. Зближення між зернами ксеноморфні, мають вихлясті або майже прямолінійні контакти. Майже всі зерна розбиті тріщинами, по яких розвиваються ланцюжки рідинно-газових включень у вигляді пойкилітових включень присутніх у зернах плагіоклазу і мікрокліну.

Біотит представлений лускоподібними зернами розміром до 0.5 мм, деякі з них розташовані в тріщинах та крайових частинах інших зерен. Контакти хвилясті, зубчаті та прямолінійні. Мінерал плеохроює за біотитовою схемою, абсорбції від коричневого до жовтого відтінків.

Гранат представлений безбарвними зернами округлої або кутастої форми розміром до 0.5 мм. Зерна розбиті сіткою тріщин.

Акцесорні мінерали - поодинокі дрібні зерна округлої форми монациту та призматичні зерна циркону.

Порода тріщинувата. Тонка сітка мітротріщин відмічається по плагіоклазам і мікроклінам по яких іде слабка серицитизація і пелітизація.

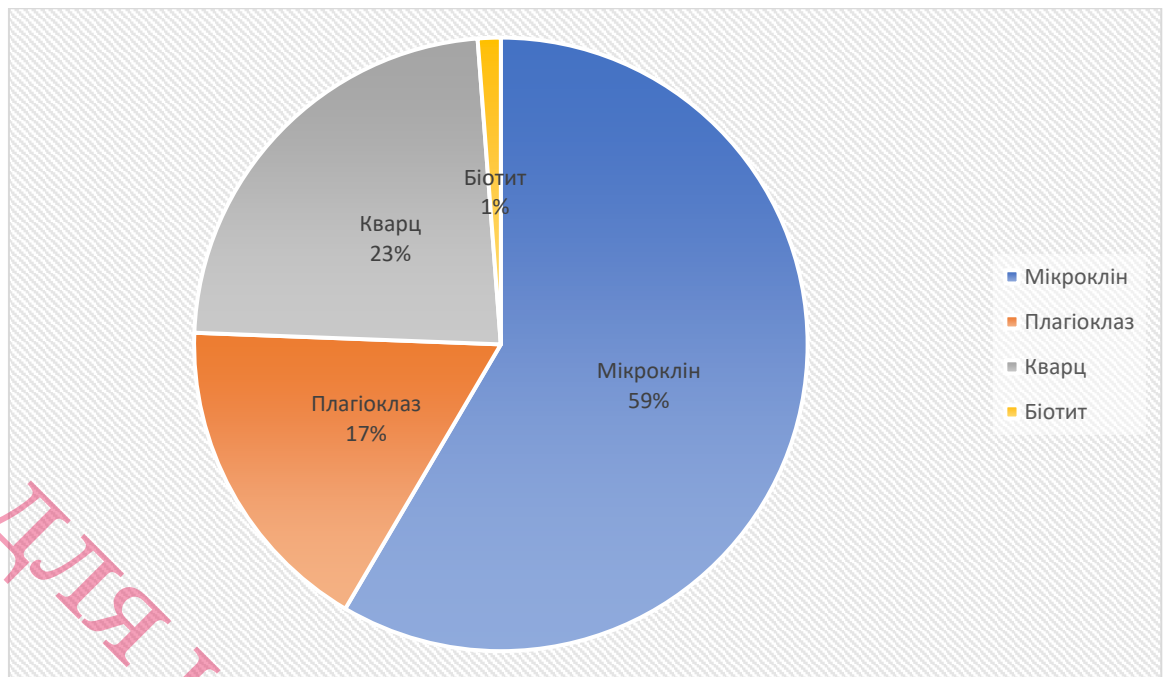


Рис. 4.33 - Діаграма співвідношення (%) мінералів в катаклазованному двопольовошпатовому граніті.

Структура порфіроподібна.

Мінеральний склад (у %): мікрокліну – 58, плагіоклазу – 17, кварц – 23, біотит – 2, гранат та циркону поодинокі зерна.

Основним породоутворюючим мінералом є мікроклін, який утворює зерна таблитчастої та неправильної форми розміром до 4.7 мм. В зернах присутне двійникування. В деяких зернах спостерігаються чіткі лінії спайності і включення зерен плагіоклазу та кварцу.

Плагіоклаз створює в основному зерна неправильної форми розміром до 1.2 мм, безбарвний. Деякі зерна є включеннями в мікрокліні. В зернах присутні мірмекітові включення кварцу. Плагіоклаз слабо пелітизований.

Кварц утворює зерна неправильної форми середнім розміром до 1.5 мм. Деякі зерна мають блокове і хвилясте згасання, присутні у вигляді мірликітових включень в зернах польового шпату. Вторинні зміни відсутні.

Біотит представлений у вигляді лускуватих та неправильної форми зерен. Зерна забарвлені в буровато-коричневій і жовто-бурій кольорі.

Гранат представлений безбарвними зернами округлої або кутастої форми розміром від 0.2 до 0.5 мм. Зерна розбиті широкими тріщинами.



Акцесорні мінерали - поодинокі дрібні зерна призматичної форми циркону.

В результаті петрографічного дослідження шліфів порід зі зразків по свердловинам 1-11, встановлено ряд породотворчих мінералів які складають основну масу по розрізу.

Основними породотворчими мінералами гранітів та мігматитів, які встановлено є :

- Мікроклін складає від 45 до 60%;
- Плагіоклаз складає від 15 до 25%;
- Кварц від 20 до 30%;
- Біотит від 1 до 5%;
- Гранат 1-2%;
- Циркон до 1%;
- Монацит до 1%.

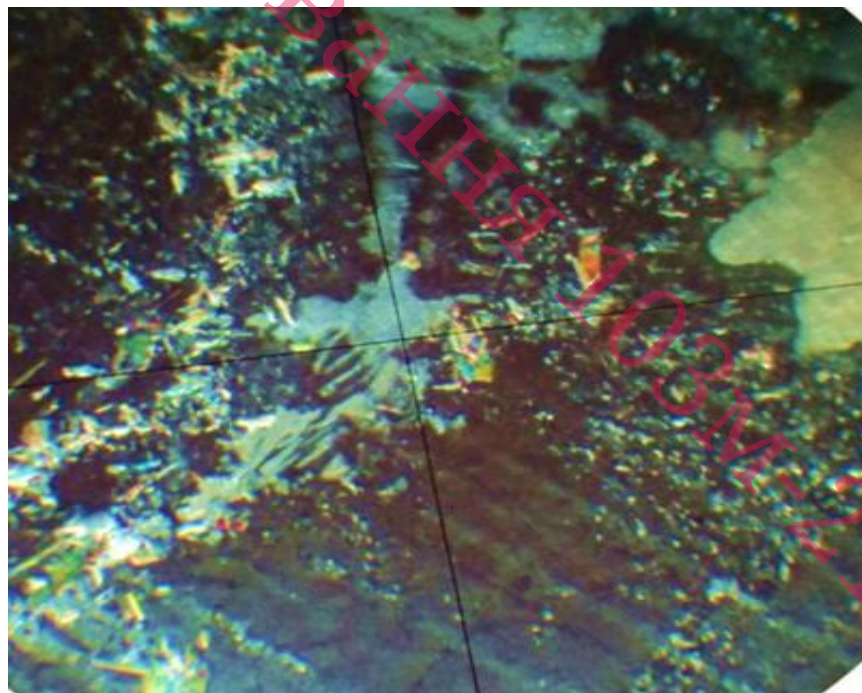


Рисунок 4.34 – Граніт біотит-амфіболовий, мікроклінізований та епідотизований.

Мінеральний склад (у %): кварц -25-30, мікроклін (мезопертит)- 20, плагіоклаз – 40, рогова обманка – 5, серицит – 2, епідот – 3.



Рисунок 4.35 – Гранодіорит біотит-амфіболовий.

Мінеральний склад (у %): плагіоклаз - 40-45, мікроклін -15, кварц-15, біотит -8, рогова обманка -7, епідот -7%, серицит-10.

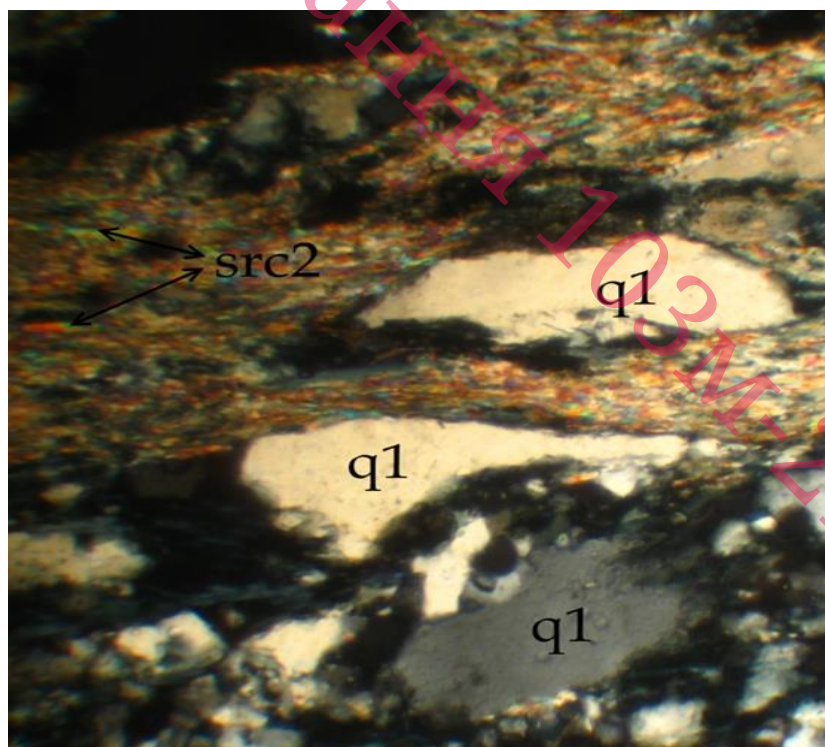


Рисунок 4.36 – Серицитизований та окварцований метапісковик

Мінеральний склад (у %): кварц 2-х генерацій – 25, серицит – 45, карбонат -15, плагіоклаз -15.

Амфіболіти масивної текстури за мінеральним складом та текстурно-структурними особливостями поділяються на два різновиди (рис. 4.37 ): 1) масивні амфіболіти з реліктовою офітовою структурою; 2) амфіболіти немотобластової структури.

Головним чином - це середньозернисті породи масивної текстури, забарвлення - від світло-зеленого до темно-зеленого кольору.

Вони характеризуються поєднанням офітової та порфірової структур і переважно накладених (гранонематобластова, порфіробластова, лепідогранобластова, призматичнозерниста) структур, які сформовані поширеним розвитком кристалобластичної рогової обманки.

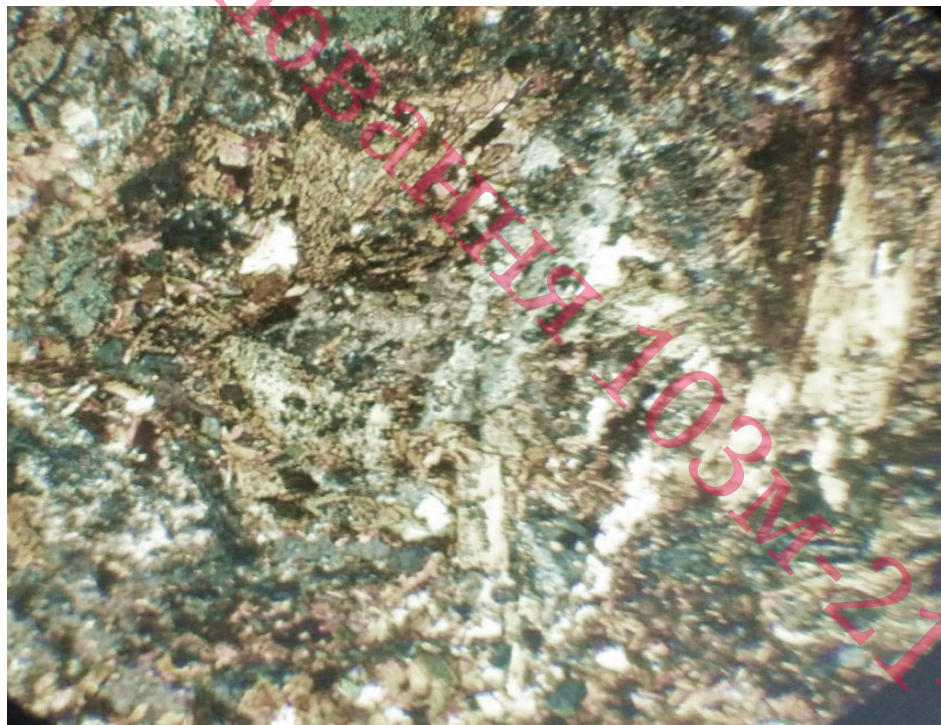


Рисунок 4.37 – Амфіболіт гранонематобластової структури. Шліф, нік.  
П,зб.90

Мінеральний склад амфіболітів (в %): звичайна рогова обманка (50-70), актиноліт (10-25), плагіоклаз (15-30), сфен (0-3), ільменіт (1-5), вторинні мінерали - епідот, хлорит, біотит, що складають (0-10).

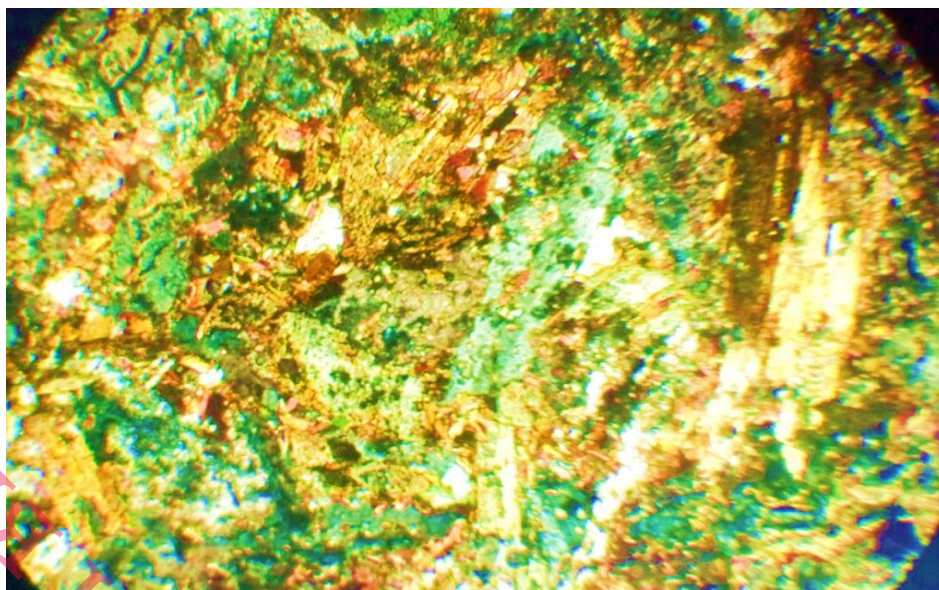


Рисунок 4.38 - Амфіболіт з актинолітизованою роговою обманкою, яка заміщується вторинним біотитом. Шліф ,зб.50, нік+.

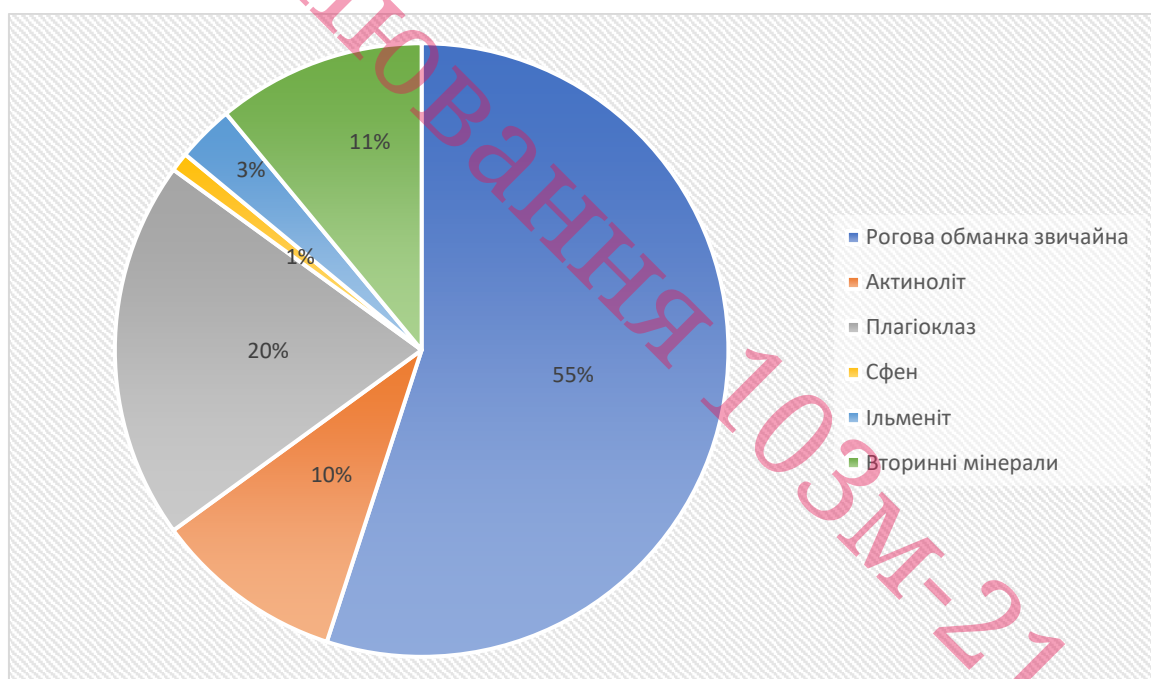


Рисунок 4.39 – Діаграма розподілу мінералогічних складових амфіболіту  
Структура актинолітизованих різновидів - нематогетеробластова, іноді -  
катакластична .

Мінеральний склад (у %): актинолітизована рогова обманка –50%; біотит,  
хлорит – 10%-15%; плагіоклаз сосюритизований (андезин) – 15%-20%; сфен,

лейкоксен – до 5%-7% ; хлорит -5%-7% ; рудний мінерал – 1%; кварц -5%; альбіт -3%.

На рисунку 4.40 показано контакт біотит- роговообманкового амфіболіту з брекчіюваним, актинолітизованим, епідотизованим та хлоритизованим амфіболітом в зоні дроблення та тріщинуватості. Тріщини мінералізовані речовиною кварц-карбонатного складу.

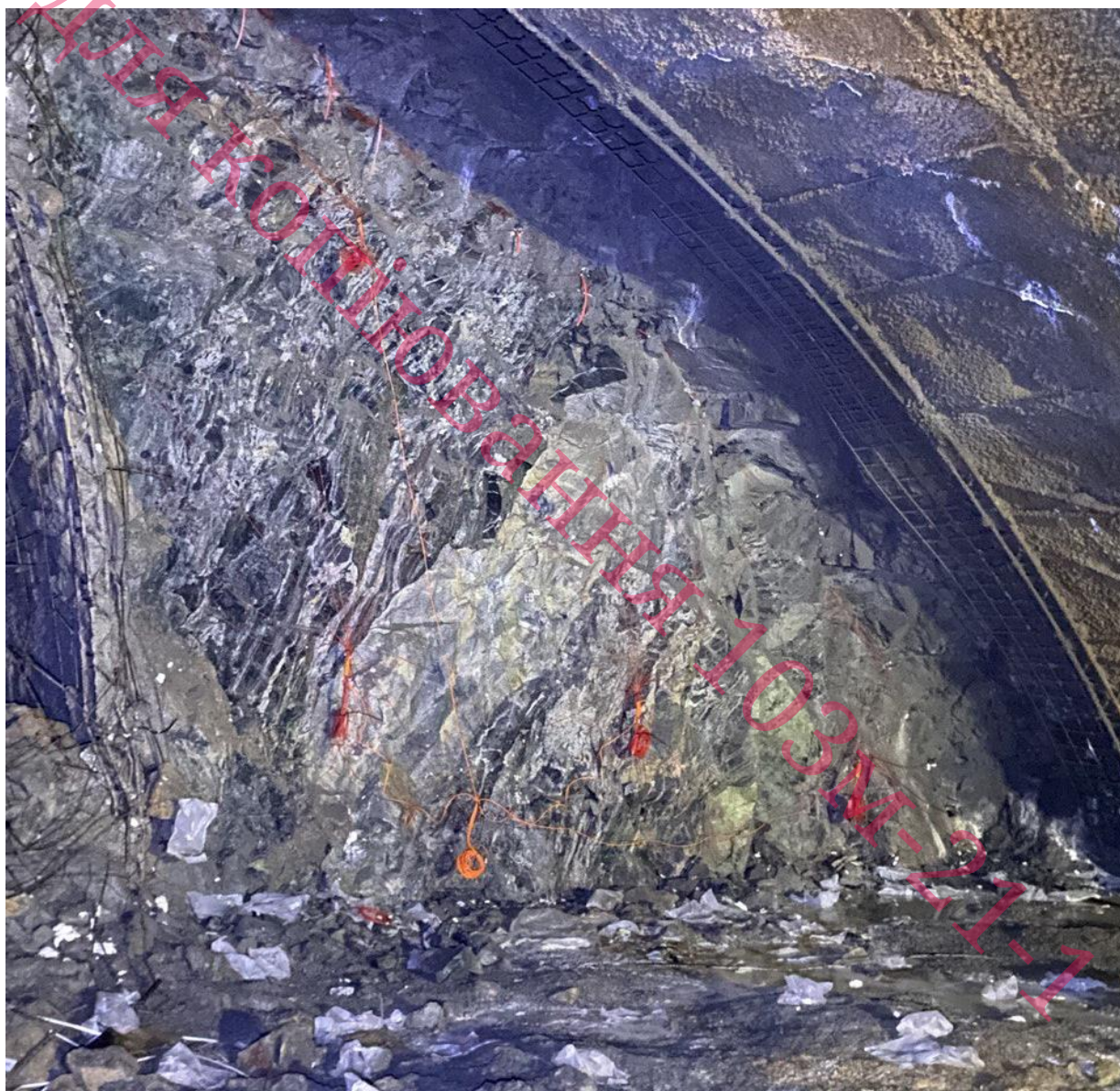


Рисунок 4.40 – Контакт біотит- роговообманкового амфіболіту з актинолітизованим, епідотизованим та хлоритизованим амфіболітом в зоні тектонічного порушення.



Рисунок 4.41 – Катаклазований роговообманковий амфіболіт з прожилками епідота та карбоната.

## ВИСНОВКИ

За результатами проведення реферативного аналізу виробничих звітів, лабораторних досліджень зразків по свердловинах, петрографічних досліджень шліфів, безпосереднього огляду виробок до тимчасового кріплення та після виконання тимчасового кріплення тунелю, можемо зробити такі висновки:

- безпосередньо район робіт протяжністю в 4178 м у двох напрямках, має глибини закладення від 53 метрів в районі ствола №1 та ствола №13 до 73 метрів в районі ствола 16біс;
- проходка перегонних тунелів виконується в кристалічних породах середньодніпровського мегаблоку Українського кристалічного щита;
- проходка похилих тунелів та стволів виконується в осадових породах та входить в кристалічні породи проходячи зону вивітрювання;
- будівництво станційних комплексів (посадочна платформа) виконується на глибинах більше за 50 метрів від поверхні Землі та мінімум 10 метрів в кристалічних породах;
- будівництво станційних комплексів(вестибюль та підземні переходи) виконується в осадових породах за допомогою стін в ґрунті;
- підземні виробки виконувались за технологією NATM;
- проходка перегонних тунелів ускладнена неоднорідністю породної маси, частому прояву метаморфізованих порід зі зменшеною на фоні інших порід міцністю, проявленню значної кількості локальних розломів, зон мілонітизації потужністю від 5 см до 150 см, проявами жил заповнених слюдами низької міцності(розсипчаті), підземні води в основній масі виходять у гірничі виробки через системи тріщин та безпосередньо з зон ковзання;
- при проходці похилих тунелів та стволів маємо проблему виносу мілкодисперсної маси породи у виробки, утворення суфозійних

воронок, також виявили складнощі у запобіганню виносу породної маси у виробки, випереджаюча цементація не дає бажаних результатів, пов'язане це з великою кількістю глинистого матеріалу у підвішеному стані разом з мілкозернистим піском;

- впливає необхідність використання криогенного методу проходки похилих тунелів;
- високий рівень ґрунтових вод який спостерігається на ділянці станції «Центральна» може негативно вплинути на будівництво станційного комплексу;
- не менш важливими є вивали порід які зустрічалися у виробках які відносяться до ствола 16 біс, приурочні до зон ослаблення(мілонізації) кути падіння від 50° до 75°, вивали відбувалися по простягання зони ослаблення;
- складна ситуація на перегоні від станції Вокзальна до станції Театральна, між ПК 132+00 по ПК 132+20(правий тунель) при будівництві першої черги метрополітену відбувся вивал зруйнованої кристалічної породи за яким послідував виніс осадових порід у виробки, супроводжувалося це утворенням суфозійної воронки на проспекті Дмитра Яворницького, розміри сягали біля 15метрів у діаметрі та 5-7 метрів у глибині, кількість винесеної породи оцінювалося в 1200-1500 м<sup>3</sup>. Згодом породу видали на поверхню та збудували залізо-бетонну перемичку, та засипали воронку. Підійшовши виробками до даної проблемної ділянки було проведене розвідувальне буріння. Виявлено пустоти, які заповнені водопісчаною масою, яку згодом необхідно укріпити;
- виявленню зони з високими фільтраційними властивостями ґрунтів та високим гідростатичним натиском на перегонах між стволами №15біс та Стволом №13;
- в середньому по всій довжині перегонних тунелів величина RQD 90-100;



- виконані карти забою показують що, основна маса кристалічних порід відповідає класам кріплення 1b та 1c їх індекс Q(Barton & Grimsad) від 10 до 40(добрі та дуже добрі);
- породи осадового чохла та зруйнована частина кристалічних порід, відповідають класам кріплення клас II, III, IV, V, дані класи підлягають встановленню більш стійких до навантаження кріпленням;
- петрографічне вивчення шліфів показало, що основна маса породотворчих мінералів це мікроклін, плагіоклаз, кварц, біотит, та в невеликих кількостях гранат, циркон та монацит, дані мінерали вказують на первинну кислу породу яка згодом перейшла в метаморфічну;
- осадовий чохол складається з переважно алювіальних, делювіальних та флювіоглаціальних відкладів: піски, супіски, суглинки, глини, потужності пластів не витримані;
- породний масив в більшості складається з мігматитів, плагіогранітів, гранітів серицитізованих, амфіболітів, гранодіоритів, сієнітів, гнейсів;
- у геологічному відношенні район робіт має складну будову з ясно вираженими гірничо-геологічними умовами, своєчасне виявлення яких дає змогу запроектувати необхідні заходи за для першкодження їх негативному прояву.

## СПИСОК ДЖЕПРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Молодь: наука та інновації: матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених, Дніпро, 23-25 листопада 2022 року/ Національний технічний університет «Дніпровська політехніка» - Дніпро : НТУ «ДП», 2022 - с.
2. Геологія и металлогенія докембрія Українського щита. Л. С. Галецкий, Б. А. Горлицкий, Л. А. Кипнис і ін. Комплект карт. Масштаб 1:1 000 000. Пояснювальна записка. Книга 1– Київ., 1984. – 150 с.
3. Костенко М. М. Геотектонічне районування Українського щита як єдина основа тектонічних, стратиграфічних та інших побудов//*Збірник наукових праць УкрДГРІ.* – 2016. – № 3. – С. 144–163.
4. Кирилюк В. П. Геологічне та геотектонічне районування фундаменту Українського щита (історія і стан проблеми)//*Вісник Львівського університету. Серія геологічна.* – 2007. – Вип. 21. – С. 45–63.
5. Єсипчук К.Ю. та інші. Кореляційна хроностратиграфічна схема раннього докембрію Українського щита (схема та пояснювальна записка) / Київ: УкрДГРІ, 2004. 30 с.
6. Паранько І.С. Ряди стратифікованих формацій та формаційні типи протерозойських метаморфогенних комплексів Українського щита. Автореф. Дис.д-ра геол.наук: 04.00.01. - Львів.гос.ун-т. - Л., 1997. - 31 с.
7. Нестеренко Г.Ф., Сергієнко Н.Т. Науково-технічний звіт про виконання інженерно-геологічних вивчень в 11 книгах / Київ :ЄНЕРНОПРОЕКТ, 2018. 39 с.
8. Мала гірнича енциклопедія: у 3 т./ за ред. В.С. Білецького. –Д.: Східний видавничий дім, 2013. – Т.3: С–Я.– 644 с.
9. Павлов Г.Г. Петрографія: підручник: – К. Видавничополіграфічний центр "Київський університет", 2014. - 527 с.

10. Павлова О.О., Павлов Г.Г. Базові терміни та поняття в літології. Довідковий посібник з «Основ літології» для студентів 2 курсу за спеціальністю «Науки про Землю». – Київ.: <http://www.geol.univ.kiev.ua/ua/lib/>, 2018.
11. Літологія: Літогенез. Осадкові породи: навч.посібник/ В.О. Хмелевський, О.В. Хмелевська. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2015. – 536 с.
12. Огар В. В.. Регіональна геологія: навч. посіб. - К., 2017: <http://www.geol.univ.kiev.ua/>
13. Куцевол М.Л., Нестеровський В.А. Основи загальної мінералогії : навч. посіб. – Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ “ДП”, 2021. – 145 с.
14. Куровець М.І. Кристалографія і мінералогія: Навч. посібник для студ. вузів. Ч.1. Кристалографія мінералів. – Львів : Світ, 1996. – 236 с.
15. Павлишин В.І., Довгий С.О. Мінералогія: Властивості мінералів. Генезис мінералів. Прикладна мінералогія. Діагностичні таблиці мінералів: Підручник. Ч.2. – К.: Київський нац. ун-т ім. Т. Шевченка, 2014. – 527 с.

**ВІДОМІСТЬ МАТЕРІАЛІВ КВАЛІ ФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

№	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	Примітка
			<b>Документація</b>		
1	A4	ТСТ.ОПІМ.19.07.ПЗ	Пояснювальна записка	<b>73</b>	
2			<b>Графічні матеріали</b>		Електронний ресурс
			Презентація Microsoft PoverPoint	<b>21</b>	Слайди

НЕ ДЛЯ КОПІЮВАННЯ 103М-21-1

**ВІДГУК****керівника на кваліфікаційну роботу магістра за спеціальністю 103  
Науки про Землю за освітньо-професійною програмою «Геологія,  
гідрогеологія, геофізика» на тему :**

**« Визначення петрографічного складу та технологічних властивостей  
порід при проходці тунелів другої пускової ділянки в місті Дніпро»**

**Кагамлика Богдана Сергійовича**

Кваліфікаційна робота присвячена визначенню петрографічного складу та технологічних властивостей порід в зоні будівництва другої ділянки метрополітену в м. Дніпро.

**Актуальність досліджень** обґрунтована необхідністю забезпечення розвитку транспортної інфраструктури в м. Дніпро.

**Мета роботи** полягала в визначення петрографічного складу та технологічних властивостей порід при будівництві другої ділянки метрополітену в м. Дніпро.

**Завдання кваліфікаційної роботи** повністю відповідає вимогам освітньої програми «Геологія, гідрогеологія, геофізика» рівня магістр спеціальності 103 Науки про Землю. При виконанні роботи застосовані основні професійні компетентності магістра - здатність детально вивчати, аналізувати геологічну будову району досліджень та речовинний склад порід, виконувати збір та систематизацію фактичного матеріалу та підготовку текстової, числової та графічної геологічної інформації, необхідної для складання розділів кваліфікаційної роботи.

Результати та їх новизна полягають в системному узагальненні фактичного матеріалу щодо геологічних та гідрогеологічних умов в зоні проходки метрополітену у м. Дніпро, визначенні петрографічного складу та технологічних властивостей порід у межах території досліджень та

обґрунтуванні можливих ускладнень процесу будівництва другої ділянки метрополітену.

**Практичне значення** визначено можливістю використання результатів досліджень в процесі будівництва та експлуатації підземних виробок та прогнозування можливих ускладнень в зоні проходки метро.

За своїм змістом, актуальністю, науковою новизною, важливістю одержаних автором наукових результатів, а також практичною цінністю робота повністю відповідає вимогам до магістерських робіт. Тема роботи безпосередньо пов'язана з об'єктом діяльності магістра за спеціальністю 103 «Науки про Землю». Результати досліджень пройшли апробацію на X Міжнародна науково-технічна конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «МОЛОДЬ: НАУКА ТА ІННОВАЦІЇ».

Результати кваліфікаційної роботи – правильні, обґрунтовані, осмислені. Кваліфікаційна робота характеризує уміння виявляти та розв'язувати проблеми. За період дипломування автор роботи продемонстрував належний рівень сформованості загально навчальних умінь і навичок та високий рівень особистого ставлення до справи.

Оформлення пояснювальної записки та графічних матеріалів виконано без відхилень від стандартів. Ступінь самостійності виконання кваліфікаційної роботи відмінна. Зміст кваліфікаційної роботи повністю відповідає вимогам освітньої програми підготовки магістрів спеціальності 103 Науки про Землю за освітньо-професійною програмою «Геологія, гідрогеологія, геофізика». Результати мінералогічних, мінераграфічних та петрографічних досліджень оброблялись, узагальнювались, аналізувались з використанням стандартних і адаптованих комп'ютерних програм пакету MS Office (Word, Excel). Графічне оформлення роботи та оформлення мікрофотографій проводилося за допомогою графічних пакетів Adobe Photoshop, Inpaint.

За період дипломування автор роботи продемонстрував належний рівень сформованості загально навчальних умінь і навичок та достатній рівень особистого ставлення до справи.

Пояснювальна записка, як і презентація, оформлена з урахуванням діючих стандартів.

Рекомендована оцінка за умови активного захисту «відмінно» - 98.

Студент Кагамлик Богдан Сергійович заслуговує присвоєння кваліфікації магістр з Наук про Землю.

Керівник роботи  
доктор геол.наук,  
професор кафедри ГРРКК

Рузіна М.В.

Не для копіювання 103М-21-1

**РЕЦЕНЗІЯ****на кваліфікаційну роботу магістра за спеціальністю  
103 Науки про Землю за освітньо-професійною програмою  
«Геологія, гідрогеологія, геофізика» на тему :**

«Визначення петрографічного складу та технологічних властивостей порід при проходці тунелів другої пускової ділянки в місті Дніпро»

Кагамлика Богдана Сергійовича

**Актуальність** досліджень кваліфікаційної роботи обґрунтована необхідністю забезпечення розвитку транспортної інфраструктури в м. Дніпро. Об'єкт досліджень - геологічні процеси та інженерно-геологічні явища, які обумовлюють стан порід в зоні проходки метрополітену у м. Дніпро. Предмет досліджень – речовинний склад і технологічні властивості порід, тектонічні процеси та зони вторинних перетворень в породному масиві. Мета роботи полягала в проведенні петрографічних досліджень складу та технологічних властивостей порід в зоні будівництва другої пускової ділянки метрополітену в м. Дніпро.

**Наукове значення** досліджень кваліфікаційної роботи полягає в системному узагальненні фактичного матеріалу щодо геологічних та гідрогеологічних умов в зоні проходки метрополітену у м. Дніпро та обґрунтуванні можливих ускладнень процесу будівництва другої ділянки метрополітену. Практичне значення результатів визначено можливістю використання результатів процесі будівництва та експлуатації підземних виробок та прогнозування можливих ускладнень в зоні проходки метро.

В процесі досліджень автором продемонстровано здатність самостійно розв'язувати геологічні та інженерно-геологічні задачі, аналізувати особливості геологічної будови території досліджень, виконувати збір та підготовку текстової та графічної геологічної інформації необхідної для



складання розділів кваліфікаційної роботи, застосовувати комплекс сучасних методів вивчення речовинного складу порід, виконувати обробку інформації в ПЕОМ з використанням стандартних і адаптованих комп'ютерних програм пакету MS Office (Word, Excel), Adobe Photoshop, Inpaint. Стиль та мова роботи відповідають загальним вимогам до якості кваліфікаційних робіт.

Пояснювальна записка і презентація оформлені у відповідності до стандартів НТУ «Дніпровська політехніка».

Рекомендована оцінка за умови активного захисту - «відмінно» 98.

Студент Кагамлик Богдан Сергійович заслуговує присвоєння кваліфікації магістра за спеціальністю 103 Науки про Землю.

Кандидат геол. наук,

доцент кафедри загальної та

структурної геології

НТУ «Дніпровська політехніка»



Терешкова О.А

Не для копіювання 103М-21-1