

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна  
Факультет геології, географії, рекреації і туризму  
Кафедра фундаментальної та прикладної геології

*До захисту перед ЕК допущено*  
*В.о. зав. кафедри \_\_\_\_\_ доц. Сухов В.В.*  
*« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 року*

**ГЕОЛОГІЧНА БУДОВА ЗАВАЛЛІВСЬКОГО РОДОВИЩА ГРАФІТУ  
(КІРОВОГРАДСЬКА ОБЛАСТЬ)**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА**

Виконала:  
студент 4 курсу, група ГН-41,  
спеціальність 103 Науки про Землю,  
освітньо-професійна програма  
«Геологічна зйомка, пошуки та  
розвідка корисних копалин»  
**Михайлова Софія Вікторівна**  
Керівник:  
к. геол.-мін. н., доц.  
**Горяйнов Сергій Володимирович**

*Кваліфікаційна робота захищена*  
*з оцінкою « \_\_\_\_\_ »*  
*\_\_\_\_\_ Голова ЕК Безрук К.О.*  
*\_\_\_\_\_ Секретар ЕК Тищенко І.І.*  
*« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 року*

Харків – 2025

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1. ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНІ УМОВИ РАЙОНУ .....	5
2. ГЕОЛОГІЧНА ВИВЧЕНІСТЬ.....	8
3. СТРАТИГРАФІЯ.....	13
4. МЕТАМОРФІЧНІ КОМПЛЕКСИ .....	17
4.1. Заваллівський метаморфічний комплекс gnAR <sub>3</sub> zv .....	18
4.2. Ладизинський метаморфічний комплекс gnPR <sub>1</sub> ld .....	26
4.3. Чаусівський метаморфічний комплекс gnPR <sub>1</sub> čs .....	30
4.4. Шумилівський метаморфічний комплекс tATšm .....	39
5. МЕТАСОМАТИЧНІ УТВОРЕННЯ .....	44
5.1. Сумівський мігматитовий комплекс μAR <sub>3</sub> sm .....	45
5.2. "Аргілізитовий" комплекс ag .....	49
5.3. Комплекс кори вивітрювання kv .....	53
5.4. Мельниківський метасоматичний комплекс brN <sub>2</sub> ml .....	58
6. ТЕКТОНІКА .....	62
7. ГЕОМОРФОЛОГІЯ.....	64
8. ГІДРОГЕОЛОГІЯ.....	65
9. КОРИСНІ КОПАЛИНИ.....	69
ВИСНОВКИ.....	72
ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА .....	73
ДОДАТКИ.....	76

## ВСТУП

### **Актуальність теми дослідження.**

Україна відіграє ключову роль у світовій мінерально-сировинній базі завдяки значним запасам різноманітних корисних копалин. Серед них графіт посідає особливе місце як стратегічно важливий нерудний мінерал. Його унікальні властивості – висока електропровідність, термостійкість, хімічна інертність та мастильні властивості – роблять його незамінним у багатьох високотехнологічних галузях, таких як металургія, електроніка (особливо у виробництві літій-іонних акумуляторів для електромобілів та накопичувачів енергії), атомна енергетика, хімічна промисловість, машинобудування та виробництво високоякісних мастил. На тлі зростаючого світового попиту на графіт, зумовленого розвитком "зелених" технологій та розширенням його використання у традиційних секторах, дослідження та раціональне використання вітчизняних графітових родовищ набуває особливої актуальності.

### **Заваллівське родовище графіту: стратегічне значення та геологічні особливості.**

Заваллівське родовище графіту, розташоване у Гайворонському районі Кіровоградської області, є одним із найбільших та найперспективніших в Україні та Європі. Його промислове освоєння та подальша експлуатація мають вирішальне значення для забезпечення сировинної незалежності країни та її інтеграції у світові сировинні ринки. Проте, ефективне освоєння та довгострокове планування видобутку вимагають глибокого та всебічного розуміння його геологічної будови.

Незважаючи на тривалу історію вивчення, існують аспекти геологічної будови родовища, що потребують уточнення та деталізації, особливо з огляду на сучасні методи геологічного моделювання та оцінки запасів. Детальне вивчення геологічної будови є критично важливим для оптимізації процесів видобутку, зниження екологічних ризиків та забезпечення економічної доцільності розробки родовища на майбутнє. Воно також дозволяє простежити складну еволюцію кристалічного фундаменту Українського щита та взаємозв'язок між

докембрійськими метаморфічними та метасоматичними комплексами, стратиграфічними та тектонічними структурами.

### **Мета та об'єкт дослідження**

Мета дослідження полягає у всебічному аналізі та узагальненні наявних геологічних даних щодо Заваллівського родовища графіту. Це передбачає детальне вивчення його геологічної будови та з'ясування закономірностей локалізації графітового зруденіння. Дослідження охоплює опис стратиграфії, метаморфічних і метасоматичних комплексів, тектоніки, геоморфології, гідрогеологічних умов, а також характеристику корисних копалин. Особлива увага приділяється аналізу внутрішньої будови Заваллівського метаморфічного комплексу, його структурних особливостей, мінералогічного складу та взаємовідносин з іншими геологічними утвореннями району.

Об'єктом дослідження виступає геологічна структура Заваллівського родовища, а предметом – просторові, петрографічні, структурні та генетичні особливості геологічних комплексів, що його формують. У процесі роботи використовуються результати польових досліджень попередників, літературні джерела, матеріали геологічного картування та дані з відкритих геологічних і петрографічних досліджень, що дозволяють дати науково обґрунтовану характеристику досліджуваної території.

# 1. ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНІ УМОВИ РАЙОНУ

## 2.

Розглянута територія охоплює Гайворонський район Кіровоградської області (рис. 1). Заваллівське графітове родовище розташоване на східній околиці смт Завалля і є одним із найбільших в Україні.

Видобуток графіту ведеться відкритим способом, що формує характерний рельєф із кар'єрним дзеркалом, відвалами породи, ставками-накопичувачами та технологічними дорогами. Верхні кромки схилів кар'єру досягають висот 140–150 м. Відносна глибина кар'єру за радянських часів була нижче рівня моря, що свідчить про значний обсяг видобувних робіт. На сьогодні нижчі уступи частково затоплені водами річки Південний Буг. Відвали розташовані на північ від основного кар'єру та поступово поширюються в східному напрямку. Відстійники, які використовуються для технічних потреб, знаходяться південніше кар'єру. На північному заході кар'єр межує із житловою зоною смт Завалля, де розташовані промислові будівлі, адміністративні об'єкти та допоміжна інфраструктура. Основний промисловий комплекс – Заваллівський графітовий комбінат, який займається збагаченням та переробкою графітових руд. Також у цій частині знаходяться склади, ремонтні майстерні та інші виробничі приміщення, що забезпечують функціонування комбінату та кар'єру.

Рельєф району представлений переважно рівнинними та хвилястими формами. Висоти змінюються від 149,9 м у районі Жакчика до 207,4 м у Кам'яному. Найвищі точки, які перевищують 200 м, розташовані у західній частині району. Кар'єрна зона біля Завалля зазнала значних антропогенних змін, через що висоти можуть різко змінюватися. У центральній та східній частинах району розташовані балки та яри, які формують локальні зниження, що знаходяться на рівні 160–170 м.

Основним гідрологічним об'єктом регіону є річка Південний Буг, яка протікає з півночі на південь уздовж західної межі Завалля. Її долина формується в межах 93–94 м над рівнем моря та має добре розвинену річкову долину з вираженими схилами. Тераси та навколишня місцевість розташовані на висотах 149–157 м вище рівня річки. У південно-східній частині району знаходиться

водосховище площею кілька гектарів, яке використовується для господарських або промислових потреб. Відстійники, розташовані південніше кар'єру, мають висоти берегів у межах 138,8–146,6 м, що відповідає середнім рівням плато навколо кар'єру.

Клімат району помірно-континентальний, помірно-теплий. Зими м'які, з частими відлигами, а літо спекотне. Середня температура в липні становить +21–22 °С, а в січні –2–5 °С. Найбільша кількість опадів випадає влітку та восени, переважно у вигляді дощів. Загальна середньорічна кількість опадів коливається від 450 до 520 мм.

Навколо Заваллівського графітового кар'єру активно ведеться сільськогосподарська діяльність. Основні землі навколо родовища представлені орними полями. Землі, які межують із кар'єром, зазвичай використовуються для польових доріг, сіножатей або пасовищ. На південний захід та схід від кар'єру можна спостерігати рівномірний поділ земель на сільськогосподарські ділянки, що свідчить про активне землеробство. Близькість до річки Південний Буг також сприяє веденню сільського господарства, забезпечуючи можливість іригації для зрошуваних культур.

Міста поряд з Заваллівським родовищем графіту: Завалля, Салькове, Кам'яне, Березівка, Жакчик, Кленове, Могильне, Ташлик. більше нічого поряд. ось детальніше за саме завалля На сході межує з селом Жакчик, Могильне на півночі з селищем Салькове, на заході (пд.-зах.) з селом Кам'яне та на півдні з селом Березівка.

Територія має добре розвинену дорожню інфраструктуру. Основна автомобільна дорога проходить через Завалля, забезпечуючи зв'язок із сусідніми селами Жакчик і Кам'яне. Від головної дороги відходять менші сільські дороги, які ведуть до окремих частин селища, кар'єру та сільськогосподарських угідь. Кар'єр має під'їзні шляхи, які з'єднують його з основною дорожньою мережею через асфальтовані дороги й технологічні маршрути. Завалля має кілька основних напрямків сполучення з іншими населеними пунктами та транспортними магістралями області. Головна дорога веде на північний захід до Гайворона,

проходячи через невеликі населені пункти. Дорога далі з'єднується з іншими шляхами, що забезпечують вихід до більших міст регіону. На південний схід із Завалля проходить дорога, що веде до Жакчика та Ташлика, а далі пролягає через сільську місцевість у напрямку Саврані. Це один із важливих маршрутів, який забезпечує доступ до центральної частини області. На схід від селища розташовані дороги, що з'єднують Завалля з Кам'яним і прилеглими територіями. Через цю місцевість можна дістатися більших транспортних шляхів, що ведуть у напрямку великих міст та адміністративних центрів області.

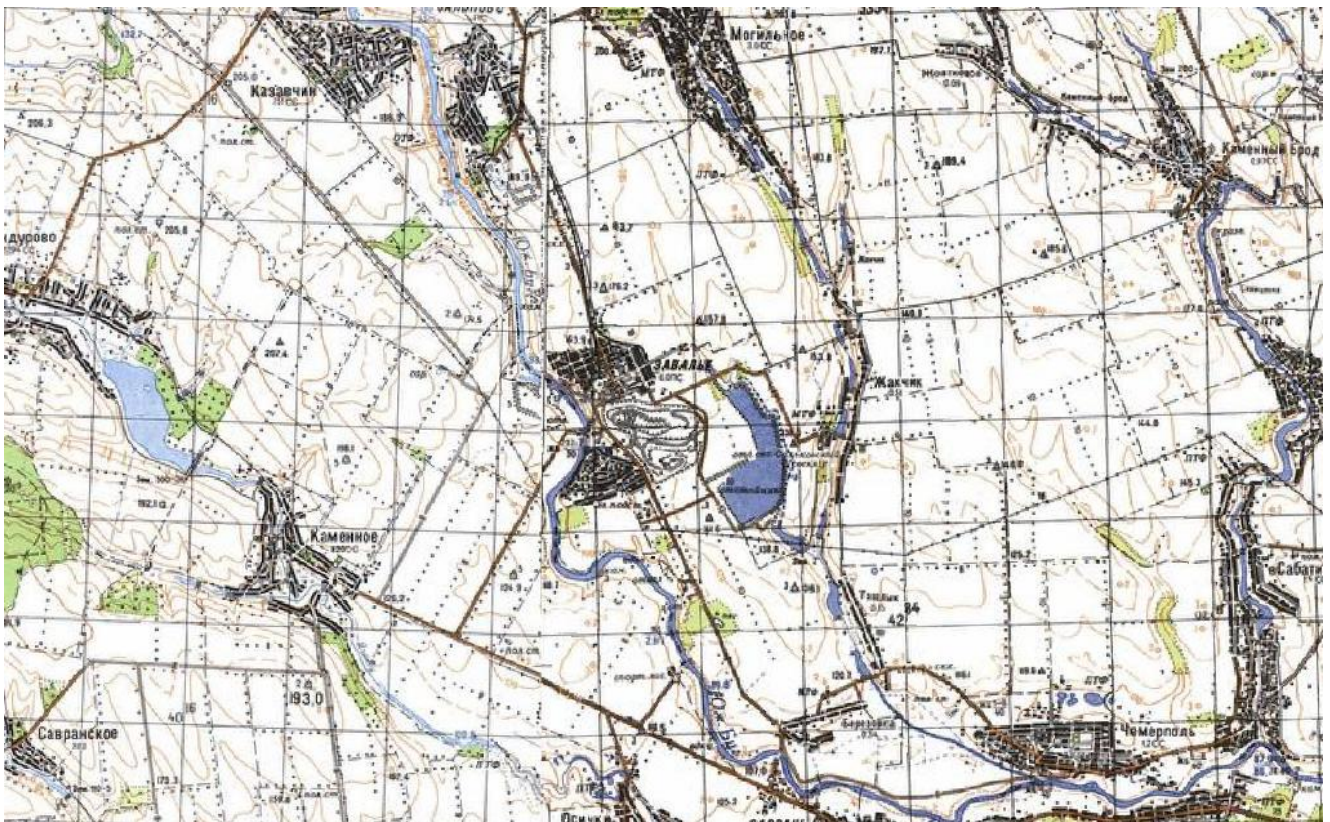


Рис. 1. Оглядова карта району досліджень

## 2. ГЕОЛОГІЧНА ВИВЧЕНІСТЬ

Початок геологічного вивчення й освоєння надр території розпочався в далекому минулому, проте серйозні геологічні дослідження було розпочато лише в другій половині XIX ст. К.М. Феофілактів (1851), вивчаючи кристалічні породи Київської, Волинської та Подільської губерній, уперше розділив їх за віковим принципом. Пізніше ним (Феофілактів, 1872) була складена геологічна карта Київської губернії.

Н. Барбот де Марні (1866, 1871) вперше виділив балтійський комплекс утворень, якому він надав значення ярусу палеогену. У 1877 р. описуваний район відвідав геолог Р. А. Прейндель (1878). У період 1900-1914 рр. проводили розвідку й експлуатацію Антоново-Хащеватського залізомарганцевого родовища спочатку австрійські, потім російські та німецькі підприємці.

У 1916 р., а потім у двадцятих роках у районі Середнього Побужжя працював А. В. Красовський (1917, 1919, 1922, 1924, 1926, 1931). Він уперше вказав на присутність кристалічних вапняків у районі сіл. Хащуватої та Завалля. Петрографічне вивчення цих порід уперше провела А. Н. Козловська (1923). У 1921 р. А. В. Красовським і його співробітниками було виявлено графітові гнізда в селах Завалля та Антонове. Графіт Побужжя цими роками досліджують А. Є. Зеленко (1925), М. С. Лавровіч і А. В. Гулевич (1929). О. М. Козловська (1927) займається петрографічним вивченням кристалічних порід району с. Хащеватої. Хащуватої. У 1929 р. нею проводиться стратиграфія порід на вапняну породу біля хут. Андріївки.

До 1936 р. уся площа покривається чотирьохверстною геологічною зйомкою. Ця робота була виконана Я. Р. Вржинським (1929 р.), М. І. Охотовою (1926 р.), О. І. Яцко (1931, 1932 рр.) та І. В. Дубиніною (1935 р.). Геологорозвідувальні роботи з пошуків родовищ графіту проводяться Л. В. Дубиніною (1932, 1938, 1939). Нею ж, уперше на Побужжі, виявлено ультраосновні породи і хроміти, згодом детально вивчені Г. М. Коровніченком (1937ф, 1948) і Л. Г. Ткачуком (1940ф). У роботі Л. Г. Ткачука значне місце приділяється геології та петрографії більшості порід південногонтію району Гайворон-Завалля. На цій же ділянці П. А. Глазихінін

(1939 р.) і А. А. Гойкевським (1940 р.) були виконані детальні геологічні зйомки. У 1939 р. М. І. Охотова, І. В. Дубиніна та М. Г. Дядченко, узагальнивши матеріали чотириверстних зйомок, склали геологічну карту аркуша М-35-XXXVI в масштабі 1:200 000, нині визнану неконідиційною.

На початку тридцятих років на території починається проведення геофізичних досліджень. До них належать магнітометричні зйомки Л. В. Бабенка (1932, 1934р.), В. В. Мартиненка (1931р.) та електророзвідувальні роботи О. Глузнера (1931р.).

Після Великої Вітчизняної війни в 1946-1950 рр. виконується низка робіт із розвідки будівельних матеріалів. У цей же час було опубліковано геологічну карту аркуша М-35-Т у масштабі 1:500 000, складену Л. Г. Ткачуком (1945). Г. Ткачуком (1945), Ф. Є. Ляпичем і П. М. Заморіним. Структурі та генезису Гайворон-Завалівського комплексу присвячував свою роботу Р. І. Сроштан (1948ф.). У 1950 р. у районі Середнього Побужжя Укргеолуправлінням було розпочато проведення комплексних геологічних зйомок у масштабі 1:200 000 і 1:50 000, у результаті яких М. Т. Вадімовим та ін. (1951, 1952ф.) виконано роботи, присвячені структурі і генетиці Гайворон-Завалівського комплексу. (1951, 1952ф.) на сусідньому аркуші М-36-XXXI (Первомайськ) виявлено і розвідано промислові родовища нікелю і хромітів. На території цього аркуша була зайнята східна половина і невелика ділянка (східна половина планшета М-35-14-Б) покрита геологічною зйомкою масштабу 1:50 000. О. М. Козловською (1953 р.) складається структурно-петрографічна карта докембрію (М-35-Т), що охоплює і описуваний район. Триває розвідка Завалівського родовища графіту. (Киреев, 1948р.; Печеніна, 1955р.).

З 1948 р. на території аркуша у дедалі більших обсягах проводять геофізичні дослідження (Андрук, 1950 р.; Телепко, 1951 р.; Белоцкая, 1952 р.; Оран, 1952 р.; Барабашова, 1955 р.; Сержин, 1956 р. та ін.). У результаті цих робіт усю площу було покрито магнітною зйомкою масштабу 1:50 000 і гравіметричною в масштабі 1:200 000. Одночасно геологічне управління проводить пошукові роботи на алюмінієву сировину, нікель і вогнетрив (Смирнов, 1958ф.).

У 1958 р. І. С. Усенко розпочав роботу про ультраосновні та основні породи Побужжя, в якій висвітлено питання петрології та генезису кристалічних порід, що розвивалися на території аркуша. Середньомасштабне геологічне картування

Видання комплекту “Геологической карты СССР масштаба 1:200 000”, аркуш М-36-XXXI (Первомайськ), у 1959 році. Виявлено більшість рудопроявів силікатного нікелю в Середньому Побужжі, в докембрії виділено чотири основних комплекси нижнього та верхнього “археозою”. Комплекси метаморфічних, основних та ультраосновних порід віднесено до тетерево-бузької серії. В палеогені виділено бугацький, київський та харківський яруси, які палеонтологічно охарактеризовано. В неогені виділено полтавську та балтську (міоцен–пліоцен) світи. Генетичні типи четвертинних відкладів віднесено до чотирьох відділів системи.

У 1984–1990 роках на території аркуша В. С. Костюченко та В. В. Зюльєв виконали глибинне геологічне картування масштабу 1:200 000. Ця робота стала основою підготовки до видання комплекту карт нового покоління. У цей період вивчалась модель геологічної будови території, які в різний час були запропоновані І. Г. Виноградовим, А. Я. Древіним, І. Б. Щербаковим, Ю. К. Піяром, П. С. Веремєєвим. На геологічній карті кристалічного фундаменту цими авторами виділено таксони на рівні породних комплексів, які картувалися за встановленими парагенетичними асоціаціями, що більше відповідали поняттю “геологічна формація”. Уточнено стратиграфічне положення крейдових відкладів, обухівської (палеоген) та новопетрівської (неоген) світи, удосконалено розчленування пліоценових відкладів. Автори звіту запропонували прийняти висновки для прогностичної оцінки території щодо корисних копалин та геохімічної спеціалізації породних комплексів.

Не менш важливим є звіт щодо результатів глибинного мінерагенічного картування масштабу 1:200 000 (ГМК-200), який складено в 1995 році О. П. Сторожуком із співавторами. Ці роботи проведено на чотирьох аркушах масштабу 1:200 000 в межах Центральноукраїнської лінеаментної зони, до якої входить аркуш М-36-XXXI. Насамперед у геохімічному аспекті в рамках цієї роботи було

перероблено матеріали карти кристалічного фундаменту. Незважаючи на те, що основні роботи виконано на суміжних аркушах, аналіз петрогеохімічних матеріалів мінерагенічного картування є важливим для оцінки потенційних рудоносних об'єктів “Держкартфонд-200”. Дано загальні рекомендації з прогнозування, мінерагенічної і геотектонічної концепції. Створено карту геохімічної спеціалізації, мінерагенічного районування, рудних та інших металів та закономірностей їх розміщення.

У 1972 році закінчено роботи з підготовки аркуша М-36-XXXI до другого видання згаданого комплекту “Геологическая карта СССР”. Очікувалось оновлення всієї картографічної продукції. Найбільший внесок у камеральне опрацювання результатів польових зйомок і прогнозованої оцінки рудоносності внесли І. Б. Щербаков, Ю. К. Піяр, О. П. Сторожук.

У 1996 році спеціалістами КГП “Кіровгеологія” було завершено мікроелементне геохімічне мінерагенічне картування аркуша М-36-XXXI, що дало можливість деталізувати зв'язки з бурінням ґрунтів, донних відкладів, порівняльного аналізу та підземних вод.

#### Крупномасштабне геологічне картування

У 1959–1976 роках на території 14-ти аркушів масштабу 1:50 000 Г. Г. Виноградов виконав геологічну зйомку масштабу 1:50 000. Геолого-зйомочні роботи цього масштабу було завершено В. М. Бондаренком у 1990 році, одночасно з ГГК-200. В результаті було складено у відповідному масштабі основні геологічні карти дочетвертинних утворень, четвертинних відкладів, кристалічного фундаменту, корисних копалин. Усі звітні карти складено відповідно до діючих на той час стратиграфічних схем, а матеріали Г. Г. Виноградова послужили основою для складання таких схем. Так, він запропонував розчленування бузької серії на чотири світи, які були присутні майже в усіх діючих схемах до початку 90-х років. У подальшому синфазність цього розчленування не раз була предметом дискусій з часів його тривання і понині. Одночасно було розчленовано гранітної комплекси. За результатами цих, а також пошукових робіт, А. Я. Древін та А. Я. Каневський у різні роки склали структурно-геологічні карти кристалічного фундаменту

Середнього Побужжя в масштабі 1:50 000, які не втратили свого значення й дотепер. Суттєвим недоліком цих робіт є невеликий об'єм

У 1980–1981 роках на Середньому Побужжі виконано геохімічні пошуки сульфідного нікелю. Побудовано прогнозні карти масштабу 1:50 000, а на перспективних ділянках (Демів Яр, Ємільський, Кумарівський, Секретарський) – 1:5 000. Дано рекомендації щодо пошуково-оціночних робіт. У 1989 році під час пошуків сульфідного нікелю на ділянках Кумари, Грушка, Тернуватка, Кам'яна Балка, Саврань виконано геохімічні роботи по ореолах розсіювання. Виділено першочергові об'єкти для подальшого вивчення.

У рамках ГМК-200 В. П. Іванушкін виконав побудову оглядових карт масштабу 1:200 000, яка спеціалізована на золото та елементу-супутники.

азначимо, що підсумком усіх геолого-картувальних робіт, які виконано на території аркуша, є існуюче уточнене (нове) видання комплектів основних карт комплексу “Держгеокарт-200” згідно вимог “Інструкції по складанню та підготовці до видання геологічних карт” 1999 р.

### 3. СТРАТИГРАФІЯ

Стратифіковані утворення дослідженої території належать до Фанерозойської еонотеми, які складають основу геологічної будови регіону та відображають складну історію його геологічного розвитку.

#### Фанерозойська еонотема

На території району вона представлена утвореннями кайнозойської ератеми. Ці відклади містять важливу інформацію про зміни навколишнього середовища упродовж геологічного часу.

#### Кайнозойська ератема.

Вона включає утворення неогенової та четвертинної систем, які складають основну частину осадового чохла дослідженої території. Відклади цієї ератеми відзначаються великою різноманітністю літологічного складу та умовами осадконакопичення.

#### 1.1. Неогенова система N

Неогенова система представлена утвореннями міоценового та пліоценового відділів, які формують значні товщі осадових порід. Вони відображають важливі геологічні процеси, що відбувалися в різні періоди неогену.

У будові міоценового відділу ( $N_1$ ) в описуваному районі беруть участь новопетрівський, сарматський, меотичний і понтичний регіоярус, які представлені різними літологічними типами осадових порід.

#### Новопетрівський регіоярус

Полтавська серія представлена новопетрівською світою

Новопетрівська світа  $N_{1np}$

Світа трапляється в межах підвищених ділянок вододільної рівнини. Представлена пісками кварцовими, дрібно-середньозернистими, світло-сірими, білуватими, жовтуватими, каоліністими, з темноколірними мінералами, з прошарками зеленувато-сірих глин, часто "клійких" і вторинних каолінів. Потужність світи змінюється залежно від умов накопичення й тектоніки місцевості, але загалом не перевищує 32,5м. Утворення відкладів Новопетрівської світи пов'язане з континентальними умовами — ймовірно, алювіальними або дельтовими — із впливом слабкої латеритної зміни, що забезпечило розвиток каолінових ознак.

Сарматський регіоарус.

Виділяється кілька товщ.

Вуглисто-глиниста товща  $N_{1vg}$

Товща розташовується між вододілами річок Південний Буг та Синиця, формуються невеликими останцями. Вона представлена темносірими до чорних глинами, вуглистими, з рештками обвуглених рослин (*Pinus* sp., *Diploxydon*, *Juglans* sp., *Ulmus* sp. та ін.), з прошарками бурого вугілля, а також сірими, темносірими кварцовими дрібнозернистими пісками. Потужність до 25,0 м. Ця товща сформувалася в умовах заболочених заплавної низовин, що сприяло накопиченню вуглистої матеріалу, який став основою для подальшого утворення бурого вугілля.

Піщана товща  $N_{1p}$

Товща простягається між вододілами річок Південний Буг та Синиця, поширюючись на прилеглі рівнинні ділянки. Вона складається з кварцових сірих, зеленувато-жовтуватих-сірих дрібнозернистих пісків, глинистих, з прошарками піщанистих глин сірих, зеленувато- та жовтуватих-сірих. Її потужність до 36,5 м. Відклади цієї товщі формувалися в умовах прибережно-морських та дельтових фацій, про що свідчить наявність глинистих прошарків і характерний мінералогічний склад.

Відклади перехідні між міоценом та пліоценом.

#### Понтичний регіоарус N<sub>1-2</sub>рг

Міоценового відділу і кімерійський регіоарус пліоценового відділу займають значну ділянку вододілу між річками Синиця та Південний Буг. Відклади понтичного регіоарусу поширені на великих площах центральної частини району. Окремі підвищені ділянки, що складені цими відкладами, можуть розглядатися як ерозійні останці. Включає строкату піщано-глинисту товщу, яка представлена бурими, коричнево-бурими, жовтувато-бурими слабо записоченими глинами з карбонатними стяжіннями, прошарками кварцових пісків сірувато-бурих, з гідроокислами заліза і марганцю. Ці відклади вказують на активну фаціальну зміну середовища осадконакопичення річкових та прибережно-морських умов. Потужність 30,0 м. Така різноманітність відкладів свідчить про чергування періодів затоплення та осушення території в минулому.

У будові пліоценового відділу (N<sub>2</sub>) беруть участь кімерійський і акчагильський регіоаруси.

#### Акчагильський регіоарус N<sub>2</sub>сб

Його відклади розташовані невеликими острівцями на описуваній території, переважно в центральній та північно-західній частинах району. Представлений товщею червоно-бурих глин. Глини червоно-бурі, пісні, в'язкі, слабо піщанисті, з включеннями карбонатів, зерен кварцу, бобовин гідроокислів заліза і марганцю. Потужність товщі досягає 25,0 м. Ці відклади формувалися в умовах рівнинного водного басейну з періодичним пересиханням, що підтверджується їхньою червоно-бурою кольоровістю та наявністю гідроокислів заліза. Їх утворення пов'язане з тривалими періодами аридного клімату, що спричинило активне окислення залізовмісних мінералів.

## 1.2. Четвертинні відклади Q

Четвертинні відклади мають широке поширення на території дослідження, формуючи покривні утворення, алювіальні, елювіальні та делювіальні товщі, які відзначаються значною різноманітністю літологічного складу та генезису.

Алювіальні відклади XI-XIII (bk-kn) терас ( $aP_1$ ). Піски, суглинки, гравій, галька - до 10 м. Вміщують родовища піску будівельного та сировини для силікатних виробів. Розташовані в заплаві річки Південий Буг.

Еолово-делювіальні відклади на алювіальних відкладах ( $vd, aP_{II-III}$ ). Суглинки середні бурі, світлувато-бурі, внизу супіски, піски сірі, світло-сірі, верстуваті - до 5 м. Розташовані в річковій долині річки Південий Буг.

Елювіальний та еолово-делювіальний ( $e, vdP_{II-III}$ ). Суглинки важкі - до 7 метрів. Розташовані в долині річки Синиця.

Еолово-делювіальні та елювіальні відклади ( $vd, eP_{II-III}$ ). Суглинки середні та легкі, бурі, світло-бурі - до 3 м. Займають значну ділянку вододілу між річками Синиця та Південний Буг.

Алювіальні та делювіально-еолові відклади ( $a, dvP_{II-III}$ ) (дефляційні утворення на алювії). Піски, супіски світло-сірі, буро-сірі - до 3 м. Розташовані в річковій заплаві річки Південий Буг.

Алювіальні відклади ( $aP_{II-III}$ ). Піски, супіски, гравій та галька сірі, світло-сірі, вохристо-сірі - до 6 м. Вміщують родовища піску будівельного.

Алювіальні відклади заплави ( $aH$ ). Піски, гравій, галька - до 4 м. Вміщують родовища піску будівельного, прояви алмазів. Розташовані в руслах річок.

Техногенно-аквальні відклади ( $tH$ ). Відклади ставків затоплених кар'єрів. Суглинки, супіски сірі, темно-сірі - до 8 м. Розташовані в руслах річок наближених до гірничих виробок.

Техногенні відклади кар'єрів, насипних споруд тощо ( $tH$ ). Суглинки, щебінь, жорсткості до 10 м. Вміщують родовища каміння будівельного (для буту і щебеню). Розташовані в межах Заваллівського родовища графіту.

## 4. МЕТАМОРФІЧНІ КОМПЛЕКСИ

Метаморфічні утворення дослідженої території належать до докембрійських утворень, які формують кристалічний фундамент регіону та відіграють ключову роль у розумінні його тектонічної та геологічної еволюції.

Докембрійські утворення.

На території району вони представлені кількома метаморфічними комплексами різного віку та складу, що утворюють основу тектонічної будови. Ці породи несуть інформацію про найдавніші етапи розвитку земної кори, включаючи глибокі метаморфічні й тектонічні процеси.

У межах району виділяються Заваллівський, Ладжинський і Чаусівський метаморфічні комплекси. Вони різняться напрямком лінійності, рівнем метаморфізму, структурною зональністю та петрографічним складом, що відображає багатетапну і складну геодинамічну історію формування кристалічного масиву регіону.

### **Загальна характеристика та відмінні риси**

Заваллівський метаморфічний комплекс вирізняється майже вертикальним напрямом лінійності (вергентність), що чітко простежується в будові порід. Комплекс має широкий спектр порід – від ультракислих до ультраосновних, які за ступенем метаморфізму належать до гранулітової та амфіболітової фацій.

Ладжинський метаморфічний комплекс характеризується пологою лінійністю повстанням у північно-західному напрямку з відповідним нахилом мінеральної а-лінійності на південний схід. Комплекс має чітко виражену крайову зональність, у межах якої поєднуються повнокристалічні породи з катакlastичними тектонітами. Структурно він більш різноманітний, ніж Заваллівський, хоча набір порід дещо обмеженіший.

Чаусівський метаморфічний комплекс відзначається пологим або майже горизонтальним напрямом лінійності повстанням на південний схід, що місцями ускладнює його розмежування з Ладжинським. Для комплексу характерна контрастна метаморфічна зональність: від глин тертя до гнейсів і кристалічних

сланців. Він представлений як повнокристалічними, так і катакlastичними породами, що вказує на складну історію деформацій.

Шумилівський метаморфічний комплекс вирізняється чітко вираженою північно-східною лінійністю з пологими кутами підняття (10–50°). За ступенем метаморфізму комплекс представлений переважно слабо перетвореними породами — глинистими милонітами та тектонічними брекчіями. Бластокатаклазити та псевдотахіліти трапляються вкрай рідко. Важливою особливістю є його виразний прояв у рельєфі: у місцях виходу порід нерідко формуються пороги й перекати, а просторове положення тел комплексу повторюється у формі овражно-балкової сітки. Такий характер будови свідчить про його належність до пізніх етапів тектонічної активності, що супроводжувались ламанням та роздробленням порід.

#### 4.1. Заваллівський метаморфічний комплекс gnAR<sub>3</sub>ZV

##### **Області поширення комплексу**

Заваллівський метаморфічний комплекс поширений від міста Гайворон до селища Кошаро-Олександрівка.

##### **Ключові ділянки та оголення**

Найбільш показовими розрізами Заваллівського метаморфічного комплексу є природні оголення на схилах річки Південний Буг у межах від селища Салькове до смт Завалля, а також кар'єр Заваллівського графітового родовища.

У цих місцях представлений майже повний спектр порід комплексу, добре простежуються внутрішні співвідношення порід, а також їхні контакти з іншими геологічними комплексами регіону. Крім того, породи, що тут виходять на поверхню, детально вивчені як у петрографічному, так і в геохронологічному аспектах, що дає змогу досить точно датувати комплекс. У зв'язку з цим ця територія рекомендована як петротипова місцевість для Заваллівського комплексу.

##### **Морфологія тіл комплексу та умови залягання**

Як єдине цілісне геологічне утворення Заваллівський метаморфічний комплекс на сьогодні не зберігся, оскільки зазнав значної переробки внаслідок

подальших геологічних процесів. Тому наразі можна говорити лише про морфологію реліктових блоків, що залишилися від цього комплексу.

Найбільший з відомих блоків комплексу розташований між містом Гайворон та селом Кошаро-Олександрівка. Його довжина за основною віссю становить щонайменше 50 км. Північний контакт цього блоку має приблизно дугоподібну форму: у районі Гайворонського водосховища він орієнтований у субширотному напрямку, тоді як поблизу Кошаро-Олександрівки набуває північно-західної орієнтації. Південна межа блоку у процесі досліджень не була встановлена.

Менші за розмірами блоки мають у плані лінзоподібну форму, при цьому їхні довгі осі зазвичай орієнтовані у північно-західному напрямку. Розміри цих утворень варіюються від кількох сотень метрів до 10–12 км.

### **Взаємовідносини з іншими комплексами**

Структурне положення Заваллівського комплексу визначається наступними спостережуваними співвідношеннями:

#### **1. Взаємовідносини з Ладизинським комплексом.**

Метаморфічні породи з характерною для Заваллівського комплексу субвертикальною лінійністю залягають у вигляді ізольованих тектонічних блоків у гнейсах Ладизинського комплексу. Форма цих блоків, як правило, лінзоподібна або гострокутна. Вони зміщені, перемішані з гнейсовим матриксом, утворюючи структуру метаморфічного меланжу, який є молодшим за сам Заваллівський комплекс.

#### **2. Взаємовідносини з Сумівським комплексом.**

Гнейси Заваллівського комплексу мають складні взаємовідносини з мігматитами Сумівського комплексу. На невеликих ділянках можна спостерігати псевдоморфне заміщення гнейсів мігматитовим матеріалом із частковим збереженням їхньої текстури та зворотний процес – гнейсування мігматитів, що проявляється у їхньому витягуванні вздовж смугастих і лінійних структур гнейсів та залученні їх до складчастих деформацій.

Це свідчить про одночасність метаморфічних і метасоматичних процесів, а також про їхню відносну автономність. Такі взаємозв'язки спостерігаються доволі

часто й будуть розглянуті детальніше у розділі, присвяченому Сумівському мігматитовому комплексу.

### 3. Взаємовідносини з Чаусівським комплексом.

аваллівський комплекс перетинається як катакластичними утвореннями, так і кристалічними сланцями Чаусівського комплексу. Зокрема, перетин заваллівських метаморфітів чаусівськими катаклазитами спостерігається в кар'єрі Заваллівського графітового родовища. Гнейси Чаусівського комплексу проривають Заваллівський комплекс на ділянці Козавчин – Салькове.

### 4. Взаємовідносини з комплексом кори вивітрювання.

Заваллівський комплекс піддається заміщенню комплексом кори вивітрювання, що простежується майже повсюдно.

### 5. Взаємовідносини з Шумилівським комплексом.

Перетин Заваллівського комплексу катаклазитами пізньоальпійського Шумилівського комплексу спостерігається від Саврані до Сабатинівки, а також у кар'єрі Заваллівського графітового родовища.

Загальна структурна позиція Заваллівського комплексу вказує на те, що він є якщо не найдавнішим, то одним із найдавніших геологічних утворень Середнього Побужжя.

### **Внутрішня будова комплексу**

Заваллівський комплекс має зональну будову, яка проявляється на різних рівнях організації і зумовлена такими факторами:

- інтенсивністю метаморфічних перетворень;
- складом вихідного субстрату;
- характером тектонічного руху (ламінарного чи турбулентного);
- адвективними переміщеннями матеріалу.

У межах розвитку комплексу спостерігається просторове чергування метаморфічних фацій. Зокрема, парагенезиси гранулітової фації змінюються амфіболітовими, що свідчить про відмінності у ступені метаморфізму.

Породи гранулітової фації поширені переважно в районі Салькового – Завалля, тобто в центральній частині головного масиву комплексу. Амфіболітові

породи обрамляють це гранулітове «ядро». На окремих ділянках, наприклад, у районі Гайворона, спостерігається амфіболітовий діафторез гранулітів, що вказує на регресивний характер процесу [Лісна, 1988]. В інших місцях подібні взаємозв'язки потребують уточнення, тому поки що неможливо однозначно стверджувати, що зональність комплексу визначається лише стадіями регресивного метаморфізму — можливо, має місце і первинна метаморфічна зональність.

Неоднорідність складу комплексу зумовлена гетерогенністю вихідного субстрату. Вона проявляється у широкому спектрі порід, що складають комплекс. Однак через інтенсивні дислокації реконструювати первинний склад субстрату вкрай складно, а його початкова структура, ймовірно, була повністю зруйнована.

Фрагменти вихідного субстрату спостерігаються лише локально у вигляді реліктових лінз невеликих розмірів. Концентрації таких ксенолітів у Заваллівському та інших комплексах. Кількість реліктів варіює від поодиноких екземплярів до значних скупчень, що займають до половини об'єму комплексу. Лінзи зазвичай не перевищують декількох метрів і представлені переважно піроксеновими або амфібол-піроксеновими кристалічними сланцями, іноді гіпербазитами (від піроксенітів до гранатових перидотитів) і габроїдами.

Ці породи зберігають сліди давніх динамометаморфічних перетворень: у них виражена метаморфічна смугастість, а також спостерігається її зрізання по зовнішніх контурах ксенолітів. Самі релікти зазнали інтенсивної дислокації, часто мають реакційні облямівки й поступові переходи до вміщуючих гнейсів .

У межах комплексу спостерігається зональність і в характері тектонічних рухів, що зумовили його метаморфічні перетворення. Всі блоки комплексу, незалежно від розміру, складаються з окремих порідних тіл. Найкраще їхня будова вивчена в районі Заваллівського графітового родовища.

Встановлено, що незалежно від складу порід, їхні тіла мають форму сплющених лінз. Вони можуть бути як лінійно витягнутими, так і дещо вигнутими, аж до утворення дрібних складок. У розрізі лінзи орієнтовані субвертикально (кути

падіння менше  $70^\circ$  зустрічаються рідко). Їхнє простягання може бути стабільним або ж дуже мінливим навіть у межах одного відслонення.

Стабільне простягання свідчить про переважно ламінарний характер тектонічного потоку, а складне викривлене – про його турбулентність. Проте таке розділення є певною мірою умовним, адже навіть у ділянках із плоскопаралельною орієнтацією тіл при детальному картуванні виявляється складна ізоклінально-складчаста структура.

Шарніри складок у всіх випадках орієнтовані паралельно до мінеральної лінійності метаморфічних порід. Це свідчить про те, що складки утворювалися не внаслідок поперечного стиснення, а через турбулентне «закручування» матеріалу під час субвертикальної пластичної течії при метаморфізмі.

Субвертикальна орієнтація структур комплексу, у поєднанні з незначними зсувами, свідчить про його формування в умовах росту гнейсових куполів. Подібні процеси спостерігаються й у соляних куполах, де через різницю густин менш щільні солі піднімаються вгору крізь осадові породи.

На основі аналізу субвертикальних структурних елементів можна припустити, що в межах Заваллівського комплексу розташовувалося декілька таких куполів. Однак через недостатню оголеність території їхнє картування поки що неможливе. При цьому кожен із цих куполів, найімовірніше, мав власну внутрішню субконцентричну зональність. У межах Заваллівського комплексу можна очікувати наявності подібних пересічних зональностей, які потребують подальшого детального вивчення.

### **Петрографічна характеристика комплексу**

У складі Заваллівського комплексу трапляються різноманітні за складом породи, що формувалися в результаті складних геологічних процесів. Найбільшу частку серед них займають гнейси, які відносяться до чарнокітоїдів різного складу – від кислих до більш основних. Вони утворюють основний масив комплексу та визначають його загальний петрографічний вигляд.

Менш поширеними є силікатні метаморфічні породи ультраосновного складу, кварцити, а також карбонатні породи. Ці утворення зустрічаються більш

локально, формуючи окремі зони в межах комплексу. Їх наявність свідчить про різноманітність геологічних умов, що впливали на розвиток комплексу в процесі його формування.

Окрім згаданих основних порід, у структурі комплексу зустрічаються також рідкісні залізисті утворення, такі як ітабірیتی та таконіти. Проте їхня поширеність відносно невелика, і вони формують лише окремі локальні ділянки. Виняток становлять певні зони, де їх концентрація є вищою, що може бути пов'язано з особливими умовами метаморфізму та первинним хімічним складом осадових утворень [Гранулітова..., 1985].

Таблиця 4.1.

Петрографічна характеристика порід заваллівського комплексу

Назва породи	Колір	Текстура породи	Структура породи	Мінерологічний склад	Джерело
Безрудний кварцит, грануліт	Сірий, білий	Полосчата, лінійчата	-	Кв (до 90%), гр (5-30%), силл, пл (№29-42), кпш, турм, бі	Щербаков, 1975, Гранулітова..., 1985
Чарнокітогнейс	Рожево-сірий	Полосчата, лінійчата, стебельчата	ГетБ, ПБ, деформаційна	Орт (10-90%), пл (10-90%), кв (0-50%), гр, ги, бі (до 5%)	Щербаков, 1975
Ендербітогнейс	Зелено-сірий	Полосчато-лінійчата, плейчата	ГБ, ГетБ	Ги (5-10%), ди (0-10%), пл №20-40 (35-50%), кв (20-35%), ро, гр, мг, ілм, ци, ап	Лесная, 1988
Гнейс біотит-графітовий	Світло-сірий	Полосчато-лінійчата	ГБ, ПБ	Пл №30-35 (30-35%), мм (0-19%), кв (20-25%), гф (2-30%), бі (5-10%), гр, силл	Довідник, 1975
Гнейс силіманіт-гранат-біотитовий	Сірий, рожево-сірий	Гнейсова, узловата, іноді полосчата	ГБ, ПБ, ситовидна	Пл №30-35 (до 43%), кпш (до 55%), кв (16-59%), бі (до 19%), сил (до 44%), гр, мм	Довідник, 1975
Гнейс силіманіт-	Сірий, темно-сірий	Сланцева, сплутано-	-	Мікроклін-пертит, олігоклаз,	Довідник, 1975

гранат-кордієритовий		волокниста, реліктова		кварц, корд (13-28%), сил, бі, гр, гн	
Амфіболіт піроксеновий	Зелено-чорний	Полосчато-лінійчата, плейчата	ГБ, ПБ, бластогранітова	Пл №36-58 (40-60%), ро (40-60%), би, эл, мг, ап, иц, цо, іноді гр	Довідник, 1975
Двупіроксеновий кристалосланець	Темно-сірий	Тонкополосчата	АТК, ПБ	Ги (5-20%), ди (12-20%), ро (0-40%), пл №35-95 (25-40%), мг, мм, илм	Щербаков, 1975
Кристалічний вапняк, мрамур	Жовтуват о-зелений	Полосчата, лінзовидно-плямиста	ГБ, ПБ, мозаїчна	Кал (10-98%), дол (до 79%), фор, ди, трем, флог, шпінель, гф, ск, сфн, кв, мг, пір, ап, эл, цо	Довідник, 1975

*Умовні позначення.*

Структури порід: АТК – алотріоморфнокристалічна; ГБ – гранобластова; ГетБ – гетеробластова; ГНБ – гранонематобластова; ПБ – порфіробластова; ЛГБ – лепідогранобластова.

Мінерали: авг – авгіт, акт – актиноліт, амф – амфібол, ап – апатит, бі – біотит, вол – воластоніт, ги – гіперстен, гр – гранат, гф – графіт, ди – діопсид, ілм – ільменіт, кал – кальцит, кв – кварц, корд – кордієрит, кпш – калієві польові шпати, мг – магнетит, мі – мікроклін, мо – монацит, му – мусковіт, орт – ортоклаз, пи – піроксен, пир – пірит, пирр – піротин, пл – плагіоклаз, пш – польові шпати, ро – рогова обманка, ру – рутил, силл – силіманіт, ск – скаполіт, сфн – сфен, трем – тремоліт, турм – турмалін, фор – форстерит, флог – флогопіт, ци – циркон, цо – цоїзит, шп – шпінель, еп – епідот.

Особливу увагу дослідники приділяли з'ясуванню вихідного субстрату метаморфічних порід, оскільки ці питання традиційно відіграють важливу роль у стратиграфічному розчленуванні та кореляції метаморфічних товщ. Саме тому було проведено численні дослідження, спрямовані на ідентифікацію первинного

складу порід, які зазнали метаморфічних змін. За даними І.М. Лесного, протолітами двопіроксенових кристалосланців вважалися базальти, чарнокіто-гнейсів – дацити або трондъєміти, ендербіто-гнейсів – тоналіти, а чарноендербіто-гнейсів – туфіти кислого та середнього складу [Лесна, 1988]. Такі висновки базуються на порівнянні сучасного мінералогічного складу та геохімічних характеристик цих порід з можливими вихідними аналогами.

Слід зазначити, що реконструкція вихідного субстрату ґрунтується на припущенні, що під час «регіонального метаморфізму поза межами тектонічних порушень і зон активного обмінного метасоматозу не відбувалися суттєві зміни, які б могли значно спотворити співвідношення основних компонентів порід» [Лесна, 1988, с. 45]. Однак особливості будови комплексу, розглянуті вище, свідчать про те, що процеси перемішування речовини та її метаморфічної диференціації були досить інтенсивними. Це вказує на складність визначення початкового складу порід, оскільки навіть найменші зміни у геохімічних параметрах можуть призводити до суттєвих похибок у реконструкції вихідного матеріалу. Тому результати реконструкцій вихідного субстрату слід розглядати з певною обережністю та з урахуванням додаткових факторів, що могли впливати на еволюцію порід у процесі метаморфізму.

Водночас мінеральні парагенезиси та геохімічні особливості окремих мінералів чітко вказують на те, що ступінь метаморфічних перетворень у межах Заваллівського комплексу досягав гранулітової фації на значних площах. Це свідчить про високий рівень температурно-тискових умов, за яких формувалися сучасні породи, а також про складні фізико-хімічні процеси, що супроводжували метаморфізм. Дослідження, проведені різними авторами [Коваль, 1964; Венідіктов, 1986; Ярошук, 1968 та ін.], підтверджують цю гіпотезу, вказуючи на широкий розподіл гранулітових фацій у межах комплексу. Це ще раз підкреслює важливість детального аналізу всіх аспектів метаморфічних перетворень для точного встановлення еволюції порід у геологічному минулому.

## **Вік комплексу за сукупністю даних**

За сукупністю ізотопних даних, отриманих різними методами (переважно Pb–Pb та U–Pb на цирконах), вік метаморфічних порід Заваллівського комплексу визначено як  $2576 \pm 76$  млн років, що відповідає пізньоархейському часу. Окремі реліктові циркони вказують на давній протоліт — до 3020 млн років. За міжнародною стратиграфічною шкалою Заваллівський метаморфічний комплекс відповідає неоархею.

## 4.2. Ладизинський метаморфічний комплекс gnPR<sub>1</sub>ld

### **Райони поширення комплексу**

Ладизинський комплекс не займає ділянку описуємої території.

### **Ключові ділянки та виходи порід**

Ділянок поширення Ладизинського метаморфічного комплексу на території не зафіксовано.

### **Морфологія тіл комплексу та умови залягання**

Загальний напрям падіння порід комплексу — південно-західний. Кут падіння — до 60–80°, а подекуди навіть досягає вертикального.

Ладизинський комплекс трапляється лише у вигляді ізольованих блоків, розміщених серед метаморфітів пізнішого — Чаусівського комплексу.

Контакти блоків орієнтовані синформно або антиформно, що може свідчити про звуження або, навпаки, про розширення порід з глибиною. У випадках, коли контакти добре обнажені, вони чітко фіксуються в польових умовах і можуть бути надійно охарактеризовані. Їхня орієнтація зумовлена характером тектонічних переміщень, пов'язаних із формуванням Чаусівського комплексу, який обрамляє ці залишки Ладизинського комплексу.

### **Взаємозв'язки з іншими геологічними комплексами**

Структурне положення Ладизинського метаморфічного комплексу визначається рядом спостережуваних взаємовідношень з іншими геологічними утвореннями регіону.

1. Однією з ключових особливостей Ладижинського комплексу є наявність реліктових блоків Заваллівського метаморфічного комплексу. Вони залягають серед порід Ладижинського комплексу, утворюючи меланжеву структуру, де давніші фрагменти вміщені в масив молодших порід, які їх цементують і формують складну, але добре впізнавану будову.

2. По породах ладижинського комплексу розвиваються тектоніти шумилівського комплексів.

3. У зонах підняття поверхні Ладижинський комплекс перекривається або заміщується корама вивітрювання, що свідчить про тривалий вплив екзогенних процесів після завершення метаморфічних подій.

### **Внутрішня будова комплексу**

Ладижинський метаморфічний комплекс характеризується чіткою зональністю, що формується під впливом інтенсивності метаморфічних перетворень, складу вихідного субстрату та типу тектонічного потоку (ламінарного або турбулентного).

У міру наближення до гнейсів спостерігається поява смугастості, яка переходить у повноцінну гнейсову структуру. Формуються апогранітні бластокатаклазити зі смугами деформованого кварцу та біотиту. Ще далі структура стає лепідогранобластовою, породи набувають гнейсогранітної будови. Зона переходу має потужність до 70 м і демонструє посилення метаморфізму в напрямку вгору по монокліналі. У межах гнейсів зберігаються реліктові блоки гранітів, що зберігають первинну структуру.

Яскраву крайову зональність зафіксовано також у зонах контакту з реліктами Заваллівського комплексу. Породи в таких блоках часто зберігають первинну орієнтацію смугастості, а при безпосередньому контакті з матрицею змінюють текстуру відповідно до оточуючих гнейсів. Якщо релікт має розміри менші за 1 м, його структура та орієнтація змінюються відповідно до навколишньої текстури.

Тип тектонічного потоку також впливає на структуру комплексу. У ламінарних зонах породи мають чітку смугасто-лінійчасту текстуру, що утворює псевдомоноклінальні структури. Вони формуються через чергування

мономінеральних шарів, ланцюжки порфіробластів мікрокліну, сплющені лінзи реліктових порід. Лінійчаста текстура утворюється як за рахунок витягування кристалів мінералів, так і їх орієнтації у вигляді шлірів або «очок».

У турбулентних зонах смугастість має складну конфігурацію — каскади дисгармонійних складок типу «а». Шарніри таких складок орієнтовані паралельно мінеральній лінійності. Ступінь прояву турбулентної або ламінарної структури на пряму залежить від наявності реліктових блоків: чим їх більше, тим складнішою стає структура.

Смугасті текстури переважно зосереджені навколо реліктових глиб. На ділянках, де релікти відсутні або поодинокі, переважають лінійчасті текстури. Встановлено, що чим більший релікт, тим ширшою є зона смугастих текстур навколо. Безпосередньо в зоні контакту текстура змінюється на лінійчасту або хаотичну.

Таким чином, внутрішня будова Ладижинського комплексу є складною та зональною, з характерною залежністю структури від типу метаморфізму, субстрату й тектонічних процесів.

### **Петрографічна характеристика комплексу**

Найбільш поширені породи, що складають Ладижинський метаморфічний комплекс, охарактеризовані у таблиці 4.2.

На підставі аналізу таблиці 4.2. можна зробити висновок, що метаморфічні перетворення у межах Ладижинського комплексу також досягали гранулітової фації. Це свідчить про високотемпературний характер метаморфізму, що охоплював значну частину порід комплексу.

Катакластичні різновиди порід цього комплексу вже були описані при розгляді крайової зональності. Її різко виражена контрастність, а також тенденція до наростання ступеня метаморфічних змін вказують на високу інтенсивність генерації тепла в зонах ладижинських дислокацій. Водночас реліктові глиби залишалися відносно менш прогрітими.

Поширення гранулітової фації в межах комплексу носить не суцільний, а зональний характер. Вона входить до складу загальної, досить вираженої, внутрішньої метаморфічної зональності Ладжинського комплексу.

Таблиця 4.2.

Петрографічна характеристика порід ладжинського комплексу

Назва породи	Колір	Текстура породи	Структура породи	Мінеральний склад породи	Джерело
Гнейс біотит-гранатовий	Світло-сірий, рожевий	Гнейсоподібна, лінійчаста	ЛГБ	Ортоплагіоклаз-пертит (35%), плагіоклаз (20%), кварц (40%), біотит, гранат (до 5%)	Нижній докембрій..., 1975
Гнейс біотит-гіперстеновий	Світло-сірий, рожевий	Смугасто-лінійчаста	ГБ, ЛГБ	Калієвий польовий шпат (30–35%), плагіоклаз (30–35%), кварц (20–30%), гіперстен, біотит (по 5–10%), магнетит	Гінтов, 1972
Гнейс біотит-графітовий	Те саме	Смугасто-лінійчаста, гнейсова	ГБ, ЛГБ	Плагіоклаз (30–35%), мікроклін (0–19%), кварц (20–25%), графіт (3–20%), біотит (5–10%), гранат, силіманіт	Довідник з петрографії..., 1975
Гнейс лептитовий	Рожево-сірий	Лінійчаста, гнейсоподібно-лінійчаста	ГБ, ГетБ	Гіперстен, діопсид, біотит, калієвий польовий шпат, кварц	«Гранулітова...», 1985

**Вік комплексу за сукупністю даних**

Абсолютний вік Ладжинського метаморфічного комплексу, за сукупністю доступних ізотопних даних, визначено як  $1950 \pm 50$  млн років, що відповідає ранньому протерозою. Уточнення віку базується на більш репрезентативних даних та підтверджує існування метаморфічного етапу віком близько 2 млрд років. Згідно з Міжнародною стратиграфічною шкалою, Ладжинський метаморфічний комплекс належить до палеопротерозою, а саме до оросірію.

### 4.3. Чаусівський метаморфічний комплекс gnPR<sub>1</sub>čs

#### **Ділянки поширення**

Чаусівський комплекс переважно поширений в межах Кошаро-Олександрівка – Первомайськ. Варто зазначити, що тут він не утворює суцільного поля, а чергується з ділянками розвитку Заваллівського, а ще більше — Ладижинського метаморфічного комплексів.

На північ від с. Завалля комплекс виявлено в межах Козавчин – Салькове, а також у кар'єрі Заваллівського графітового родовища. У всіх цих випадках він також не утворює суцільних площ, а простежується у вигляді маломощних розгалужених тіл.

#### **Ключові ділянки та оголення**

Ділянки виходу та оголення Чаусівського комплексу не зафіксовано на описуємі території.

#### **Морфологія тіл комплексу та умови залягання**

Загальний напрямок простягання комплексу — північно-західний. Ширина його виходу становить понад 25 км у поперечнику. При цьому "осередки" мережі заповнені блоками Заваллівського та Ладижинського комплексів, розмірами від кількох сотень метрів до 10–12 км по довгій осі.

Окреслення реліктових блоків гілками структурної мережі призводить до відхилень їх орієнтації як від субвертикального залягання, так і від загального північно-західного простягання. Ширина гілок мережі між реліктовими блоками становить від кількох сотень метрів до перших кілометрів.

Морфологія й орієнтація тіл комплексу вказує, що його формування відбувалося в умовах правобічного зсувного переміщення вздовж субвертикальних зон.

Ще однією важливою зоною розвитку гнейсів Чаусівського комплексу є район Козавчин – Салькове. Тут, у межах гнейсів Заваллівського комплексу, спостерігаються тіла гнейсів і гнейсо-гранітів з пологим південно-східним нахилом. Потужність таких тіл коливається від кількох метрів до десятків метрів, вони утворюють звивисту систему, обтікаючи реліктові блоки заваллівських

гнейсів. Розміри цих блоків зазвичай перевищують 1 метр і досягають 2–3 м по довгій осі. В їх межах простежується тонка смугастість і лінійність, які мають набагато крутіше падіння, ніж лінійність у гнейсо-гранітному матриці, що характерно саме для Заваллівського комплексу. Також спостерігаються польовошпатові пегматитові жилки, чітко перерізані контактами реліктових глибин.

Таким чином, і в цій зоні форма тіла Чаусівського комплексу також нагадує мережу, "вічка" якої заповнені реліктами більш давніх порід. Загальна ширина такої структури разом із реліктовими блоками складає 2,5–3 км. Орієнтація мережі характеризується нахилом на північний захід під кутами 35–50°, з відгалуженнями в лежачому крилі, що мають майже широтне простягання і падіння на північ. Незалежно від напрямку простягання (північно-східного, широтного чи північно-західного), лінійність мережевих гілок зберігається південно-східною. У цілому структура комплексу в цьому районі має лусочкоподібну морфологію, надвигову кінематику та орієнтацію з падінням на північ.

У межах Заваллівського графітового кар'єру виявлено прояви Чаусівського комплексу. Катакlastичні утворення, що розвинулися по аргиллізитах і метаморфітах Заваллівського комплексу, спостерігались у північно-західній стінці кар'єру. Тут зонально побудоване тіло метасоматичних аргиллізитів, яке утворене по гнейсах і скарноїдах Заваллівського комплексу, розбите на серію тектонічних лінз розміром у перші метри.

У складі тектонічних блоків Чаусівського комплексу виявлено ендербіто-гнейси, апогнейсові та апоскарнові каолін-лимонітові метасоматити, а також графітові гнейси, які також зазнали каолінізації. Ці різновиди гірських порід трапляються в перемішаному стані, що вказує на інтенсивні тектонічні процеси під час їх формування. У середині окремих лінз фіксується розгалужена мережа каолінових мілонітових зон, які мають переважно паралельну, але також й діагональну орієнтацію, із чітко вираженими борознами ковзання та грубими штрихами переміщення. Ці зони зміщують метаморфічну і метасоматичну шаруватість порід на кілька сантиметрів.

Чаусівського комплексу демонструють пологу південно-східну лінійність, характерну для шар'яжного типу тектонічних переміщень, які відбувалися по субгоризонтальних або навіть похило-спадаючих площинах зсуву. Через обмеженість обнажень загальна потужність структури на цій ділянці не визначена. Проте, за результатами наявних спостережень, можна припустити, що при детальному геологічному картуванні всі ці окремі фрагменти можуть виявитися частинами єдиного складного зонального сітчастого утворення, яке покриває значні площі Українського щита.

### **Взаємовідносини з іншими комплексами**

Структурна позиція Чаусівського метаморфічного комплексу характеризується рядом чітко зафіксованих геологічних співвідношень із сусідніми геологічними утвореннями:

1. Як уже зазначалося, Чаусівський комплекс накладається на метаморфіти Заваллівського комплексу. Тут зафіксовані реліктові блоки заваллівських ендербіто-гнейсів і піроксен-плагіоклазових кристалічних сланців, які залягають у сітчастому тілі гнейсо-гранітів. Подібні катаклазити чаусівського комплексу, сформовані по ендербіто-гнейсах Заваллівського комплексу, спостерігалися також у кар'єрі Заваллівського графітового родовища.

2. Чаусівські метаморфіти розвиваються по метасоматитах "аргілілізитового" комплексу і водночас заміщуються кварц-сульфідними й селадонітовими метасоматитами цього ж комплексу по простиранням. Такі явища виявлені в кар'єрі Заваллівського графітового родовища.

3. Метаморфіти чаусівського комплексу заміщуються по повстанню корою вивітрювання, що спостерігається повсюдно в областях його розвитку.

4. Чаусівські метаморфіти прорізаються тектонітами пізнішого Шумилівського комплексу. Такі взаємодії спостерігалися у кар'єрі Заваллівського родовища.

Таким чином, встановлений комплекс взаємозв'язків Чаусівського комплексу дає змогу чітко окреслити його відносний вік — післяладжинський та допротолуговий. Крім того, з ним часто асоціюються численні метасоматичні

утворення різного складу, що додає додаткової складності до його геологічної інтерпретації.

### **Внутрішня будова комплексу**

Чаусівський метаморфічний комплекс характеризується яскраво вираженою зональністю, яка має складний і контрастний характер. Така зональність зумовлена декількома чинниками:

- різною інтенсивністю метаморфічних перетворень, особливо виражених у крайових частинах комплексу;
- неоднорідністю складу вихідної породи (субстрату), по якому відбувався метаморфізм;
- різним типом тектонічного руху.

Приклад крайової зональності зафіксовано в районі с. Салькове. Тут чаусівські метаморфіти формуються за рахунок перетворення ендербіто-гнейсів Заваллівського комплексу. У результаті метаморфізму виникають середньо- та дрібнокристалічні лейкократові гнейси, які також відомі як лептитові. Вони мають світлу жовтувато-сіру тональність і характеризуються складним мінеральним складом: кварц (25–30%), решітчастий мікроклін і мікроклін-пертит (30–40%), тонкоз двоєний альбіт-олігоклаз (30–40%), діопсид (до 5%), ромбічний піроксен (до 1%), поодинокі включення біотиту, хлориту, амфіболу та силіманіту (фіброліту). Кварц виділений у вигляді окремих зон, що підкреслюють шарувато-лінійчасту текстуру, а в межах його кристалобластів зустрічаються включення мікрокліну й плагіоклазу. Хлоритизовані зерна діопсиду витягнуті паралельно до основної орієнтації шаруватості, при цьому ступінь хлоритизації змінюється — від облямівки навколо реліктів до повного заміщення мінералу.

На кристалах хлориту часто формуються дрібні лусочки амфіболу. У породах також трапляються дрібні гачкоподібні агрегати піроксену й плагіоклазу, які чітко орієнтовані за а-лінійністю. Шаруватість лептитових гнейсів обтікає реліктові блоки ендербіто-гнейсів і в деяких міжблокових просторах формує каскади дрібних а-складок. Загальна орієнтація лінійності відповідає характерній для чаусівського комплексу — з пологим нахилом у північно-західному напрямку, що є ознакою

тектонічного "восстання" на південний схід. Товщина лептитових гнейсів у цій зоні зазвичай не перевищує кількох метрів.

У внутрішніх (ендоконтактових) зонах реліктових глиб ендербіто-гнейсів, товщиною 2–5 см, спостерігається формування вторинної шаруватості, яка орієнтована паралельно до шаруватості навколишнього матриксу. Також фіксується повне або часткове заміщення моноклінного та ромбічного піроксенів новоутвореними мінералами — амфіболом, епідотом і цоїзитом. Ці процеси супроводжуються виділенням рудних мінералів. У кварці відзначаються хвилясті тріщини, вздовж яких з'являється тонковолокнистий амфібол. Також спостерігається поява біотиту й деформація двійників у польових шпатах. Усе це вказує на те, що навіть за умов глибокої перекристалізації в середині реліктових блоків зберігаються сліди первинних катакластичних динамометаморфічних змін, незважаючи на те, що матрикс уже представлений двопіроксеновими гнейсами.

Варто зазначити, що катакластичні різновиди порід чаусівського комплексу здебільшого зосереджені в межах або на контактах великих реліктових блоків, складених переважно породами Заваллівського або Ладжинського комплексів. Натомість повнокристалічні породи формуються в просторах між цими блоками — в рамках мережоподібної структури, шириною від сотень метрів до кількох кілометрів.

### **Петрографічна характеристика комплексу**

Серед кристалобластових утворень Чаусівського метаморфічного комплексу — переважно різних гнейсів і кристалічних сланців — найбільш поширені породи наведено у таблиці 4.3. Аналіз їхнього складу свідчить, що в окремих зонах метаморфічної зональності рівень метаморфізму у межах цього наймолодшого з докембрійських комплексів досягав гранулітової фації. Це вказує на інтенсивні термодинамічні умови формування частини порід.

Окремий інтерес у складі комплексу становлять так звані псевдоконгломерати. Ці утворення мають особливу текстуру, яка візуально нагадує конгломерати, але сформована за рахунок складної перекристалізації та деформації.

У структурному плані породи представлені чергуванням смуг польовошпатових гнейсів та кристалічних сланців біотит-польовошпат-гранатового складу. Полосчатість цих порід сформована через просторове відокремлення смуг кварц-польовошпатового, біотитового (часто з гранатом), кварцового та силіманіт-біотитового складу. Товщина окремих лент варіюється від кількох міліметрів до десятків сантиметрів.

Усі ці породи характеризуються переважно субгоризонтальною орієнтацією мінеральної лінійності, що підтверджується діаграмами орієнтацій. Така структура свідчить про складні тектонічні процеси, що відбувалися у період формування комплексу.

Таблиця 4.3.

Петрографічна характеристика порід чаусівського комплексу

Назва породи	Колір	Текстура	Структура	Мінеральний склад	Джерело
Біотитовий гнейс	Рожево-сірий	Гнейсоподібна, лінійчаста	ГБ, ГНБ	Плагіоклаз (40%), мікроклін (25%), кварц (30%), біотит (5%), рутил, циркон	Goryainov S. 2021
Біотит-піроксеновий плагіогнейс	Світло-сірий	Тонкополосчата, лінійчата	ГБ	Плагіоклаз (40%), мікроклін (до 5%), авгит (20–25%), кварц (5%), біотит (25–30%), цоїзит, епідот, циркон, магнетит, гранат	Goryainov S. 2021
Ендербітовий плагіогнейс	Зеленувато-сірий	Полосчато-лінійчата	ГБ, ГетБ	Плагіоклаз №48–57 (66–76%), гіперстен (6–8%), ільменіт (до 3%),	«Гранулітова...», 1985

				діопсид, рутил, гранат	
Двопіроксеновий гнейс	Жовтуватосірий	Тонкогнейсоподібна, лінійчата	ГетБ	Плагіоклаз (30–40%), мікроклін (30–40%), кварц (25–30%), діопсид (до 5%), гіперстен (до 1%), силліманіт, рутил	Goryainov S. 2021
Амфіболіт	Темно-зелений до чорного	Сланцювата, складчаста, лінійчата	ГНБ, ЛГБ	Плагіоклаз №43–58 (30–70%), рогова обманка (до 66%), магнетит, пірит, піротин, гранат	Усенко, 1958
Мафітовий грануліт	Зеленувато-чорний	Полосчата, листувата, лінійчата	ГБ, ГетБ, ГНБ, ПБ	Плагіоклаз №38–78 (23–46%), гіперстен (2–24%), діопсид (0–27%), амфібол (до 60%), магнетит, ільменіт, сфен, апатит, калійний шпат, циркон	«Гранулітова...», 1985

У гірських породах Чаусівського метаморфічного комплексу часто спостерігається діопсидизація, яка проявляється як у вигляді розсіяних вкраплень великих кристалів (переважно в кристалічних сланцях), так і у вигляді сітчастого розміщення кристалів діопсиду в польвошпатових гнейсах. Кварц у цих породах рідко формує протяжні лінійні зони — частіше він трапляється у вигляді

галькоподібних утворень діаметром до 20 см. Такі "гальки" розподілені в породі нерівномірно, що дозволяє виокремити окремі серії смуг із кварцовими тілами та без них.

Незважаючи на текстурні відмінності, орієнтація лінійності в обох типах порід практично збігається, хоча у "галькових горизонтах" спостерігається дещо більший розкид орієнтацій. Полосчатість гнейсів і сланців зазвичай плавно огинає кварцові "гальки", лише злегка викривляючись навколо їхніх торців, утворюючи незначні завихрення.

Склад таких "гальок" переважно представлений голубувато-сірим або голубувато-бурим кварцом. Іноді трапляються також включення гнейсогранітного, авгітово- або діопсидово-піроксенітового, а також біотит-гранатового (сланцевого) складу. Подекуди на кінцях кварцових "гальок" або вздовж їхнього витягнення спостерігаються хвостоподібні включення кварц-польовошпатової, гранітної природи.

У масиві порід майже постійно присутня сітка тонких тіл чорних склоподібних ультрамілонітів. Вони облямовують "гальки" з кварцу або гнейсограніту, а подекуди розгалужуються в товщі порід, формуючи окремі вузли або прошарки. В окремих випадках ці ультрамілоніти також відокремлюють польовошпатові "гальки" зеленуватого відтінку від основної маси гірських порід. Форми "гальок" у поперечному перерізі досить різноманітні: серед них трапляються двоопуклі лінзи, S- та Z-подібні складки, гачкоподібні структури, об'єкти, схожі на гантелі тощо. Важливо, що розміри цих "обломків" не обмежуються лише кількома сантиметрами — вони можуть бути значно більшими.

У складі Чаусівського комплексу трапляються і значно більші уламки гірських порід. Іноді вони складені гнейсогранітами, в яких подекуди спостерігаються зони чорних ультрамілонітів, що розчленовують породу на галькоподібні фрагменти. Також помітно, що будини у цих структурах орієнтовані під кутом до основної полосчатості, що свідчить про їх переорієнтацію під впливом тектонічних рухів.

Зафіксовано також уламок біотит-польовошпат-гранатових кристалічних сланців, який було буквально "закатано" у сланці того самого складу, причому навіть усередині цього блоку спостерігалися кварцові "гальки". На схемі добре видно зміну стилю деформацій — ламінарний обтік висячого боку поступово переходить у турбулентний у лежачому боці.

Цікавим є той факт, що в складі "гальок" присутні як породи висячого, так і лежачого блоків — тобто елементи, які відносяться до різних структурних рівнів. Це суперечить природі осадових конгломератів, у яких уламки завжди представляють лише підлеглі, тобто давніші, утворення. Таким чином, присутність порід, молодших за основний масив, ще раз підтверджує тектонічне походження цих псевдоконгломератів.

Тектонічний характер цих структур добре проявляється при вивченні взаємовідношень із секущими жилами мігматитів. Мігматити в цьому випадку зазнали значної деформації — вони складчасто зім'яті, мають гнейсоподібну текстуру й субгоризонтальну лінійність. При цьому контакти жил залишаються секущими по відношенню до полосчатості порід. Залягання полосчатості як моноклінальної структури також свідчить про її вторинне, тектонічне походження. Обтікання галькоподібних тіл полосчатістю, як видно в плані, вказує на формування комплексу в умовах правобічних зсувних рухів — характерних для усього розглянутого регіону.

Катакластичні утворення Чаусівського комплексу представлені мілонітами, катаклазитами, тектонічними брекчіями, бластокатаклазитами та іншими динамокластами.

У Заваллі спостерігається сітчасте тіло динамокластів Чаусівського комплексу, яке сформувалося на породах Заваллівського та "аргілізового" комплексів. У межах тектонічних лінз виділяються такі утворення:

- глинки тектонічного тертя з чіткими борознами ковзання;
- тектонічні брекчії шириною 0,5–1 м, що мають дрібнощербенисту, лінзовидну будову; породи в межах таких блоків перетерті, розлинзовані й подекуди утворюють складки волочіння; графіт розмазаний по дзеркалах ковзання,

іноді переорієнтований і облямовує кварц-каолінові "ядра", формуючи характерну лінзовидно-лінійну текстуру;

— вкраплення білого фарфоровидного мілоніту або ж кірки лимоніту, які також мають сліди борозд ковзання.

#### **Вік комплексу за сукупністю даних**

Відносний вік Чаусівського метаморфічного комплексу, як уже зазначалося раніше, визначається як пізніє утворення після формування Ладижинського комплексу, але перед розвитком Лугового.

Абсолютний вік Чаусівського комплексу умовно прийнято оцінювати приблизно в 1700 млн років. За Міжнародною стратиграфічною шкалою, цей комплекс відноситься до палеопротерозою, а саме до стейсерію.

#### **4.4. Шумилівський метаморфічний комплекс tATšm**

##### **Ділянки поширення**

У межах досліджуваної території Шумилівський комплекс має дуже широке розповсюдження. Виходи порід комплексу або безпосередньо спостерігалися, або були зафіксовані на схилах долини Південного Бугу у закритих інтервалах.

##### **Ключові ділянки та виходи порід**

Ключовою ділянкою є кар'єр Заваллівського графітового родовища, де зафіксовано розвиток Шумилівського комплексу як по різних породах кристалічного фундаменту (силікатних і карбонатних), так і по відкладах, які становлять основу осадового чохла.

##### **Морфологія тіл комплексу та умови залягання**

Породні тіла Шумилівського метаморфічного комплексу утворюють розгалужені зони потужністю від кількох десятків до сотень метрів. Ці зони, у свою чергу, розділяють відносно монолітні блоки, що мають лінзовидно-чешуйчасту або пластинчасту форму, розмірами від кількох до десятків кілометрів.

Простягання структурних зон є нерівномірним і в плані виглядає як дуги з різним радіусом викривлення, випуклістю на північний схід. Падіння цих зон зазвичай орієнтоване у південному або західному напрямках. Відповідно до

просторової орієнтації тектонічних порушень, кінематика переміщень змінюється — попри збереження загальної північно-східної лінійності — від правосторонніх зсувів до правосторонніх зсуво-скидів і насувів, а також до лівосторонніх зсуво-скидів і зсувів, що свідчить про значну різноманітність тектонічних режимів.

### **Взаємовідносини з іншими комплексами**

У структурному плані Шумилівський метаморфічний комплекс демонструє чіткі тектонічні взаємовідношення з іншими геологічними утвореннями регіону.

1. Шумилівський комплекс розвивається на породах Заваллівського комплексу. Такі співвідношення зафіксовані в межах Заваллівського графітового родовища.

2. Формування тектонітів Шумилівського комплексу за рахунок порід нижньої частини осадового чохла (зокрема, по балтській свиті) було встановлено у східній стінці Заваллівського графітового кар'єру. Загальна потужність зони меланжу по осадових породах перевищує 30 м, при цьому чітко простежується північно-східна лінійність.

3. В цьому ж кар'єрі відзначено, що лесоподібні суглинки четвертинного віку, які перекривають зону меланжу, не мають слідів тектонічного порушення. Це свідчить про завершення формування шумилівських тектонітів ще до початку четвертинного етапу геологічної історії.

### **Внутрішня будова комплексу**

Як уже зазначалося раніше, Шумилівський метаморфічний комплекс характеризується мережею тіл, які утворюють складну сітчасту структуру. Основу цієї сітки становлять тіла тектонітів невеликої, але змінної потужності — зазвичай до кількох десятків сантиметрів. Простори між цими зонами, тобто своєрідні «осередки» сітки, заповнені тектонічними лінзами порід вихідного субстрату. Розміри таких лінз, як правило, не перевищують перших метрів.

Площинна зональність у поширенні тектонітів комплексу проявляється переважно у зміні мінерального складу новоутворень залежно від типу порід, на яких розвивався комплекс. Детальніший опис цього явища буде наведений далі. Проте просторових закономірностей у зміні ступеня перетворення вихідних порід

поки що не виявлено – на більшості території досліджень ступінь метаморфізму залишається відносно низьким, лише з поодинокими винятками.

Зональність комплексу в межах окремих гілок сітки виявляється в тому, що центральні ділянки, як правило, складені потужнішими тектонітами, тоді як розміри лінз порід вихідного субстрату в цих зонах зменшуються. Це свідчить про зосередження найбільш інтенсивних тектонічних процесів саме в серединних частинах кожної структурної гілки.

У міру наближення до флангів структурних гілок комплексу спостерігається поступове збільшення розмірів тектонічних лінз, тоді як потужність милонітів і щільність їх мережі, навпаки, зменшуються. Таким чином, зовнішні межі тіл Шумилівського комплексу набувають розмитого, поступового характеру, без різких границь.

Навіть у найбільших і, на перший погляд, монолітних реліктових блоках все одно фіксуються окремі смещувальні зони, представлені тонкими прошарками милонітів, що належать до цього ж комплексу. Це свідчить про проникність тектонічного перетворення навіть у відносно стабільні масиви.

### **Петрографічна характеристика комплексу**

Через значне петрографічне різноманіття субстрату, за яким формувався Шумилівський комплекс, мінеральний склад новоутворених порід також виявився вкрай змінним. Важливою особливістю є і нерівномірний ступінь перетворення вихідних порід внаслідок шумилівських тектонічних процесів.

Ультрамілоніти й псевдотахіліти формують розгалужені тіла, ширина яких у окремих відгалуженнях сягає 0,2 м. Перехід від цих тектонітів до чарнокітів іноді різкий, а іноді поступовий — через зону катаклазу та сланцюватості. У приконтактних зонах чарнокіти мають гіпідіоморфно-кристалічну структуру з ознаками катаклазу. Основними мінералами є олігоклаз-андезін і гіперстен, який місцями заміщений роговою обманкою, а також біотитом. Присутні кварц, магнетит і апатит. У тріщинах і по плагіоклазу виявляється скополіт.

Ультрамілоніт представлений бурою, тонкоподрібненою, склоподібною масою, яка цементує округлі та гострокутні уламки плагіоклазу. Псевдотахіліт має

порфірокластичну структуру та складається з бурого скла ( $n=1,564$ ), що містить тонко здвійниковані лейсти плагіоклазу розміром 0,01–0,1 мм та обвуглені уламки розміром до 1,5 мм. Основна маса демонструє гіалітову, кристалітну або центричну структуру. Лейсти плагіоклазу формують радіальні агрегати, що часто облямовують обвуглені зерна. У деяких місцях простежується перехід від обвугленого уламка через грановіроподібну область до новоутвореного плагіоклазу. Часто склоподібна маса стає двозаломлювальною внаслідок розвитку мікроскопічних лусочок слюдоподібного мінералу.

Карбонотизація є типовою: кальцит утворює прожилки, округлі агрегати, цементує уламки псевдотахіліту. У межах тіл псевдотахіліту простежується зона загартування — у приконтактних ділянках порода темно-бура, майже чорна, з дрібнішими лейстами плагіоклазу порівняно з більш глибинними частинами [Налівкіна, Паламарчук, 1957].

Менш інтенсивні прояви шумилівських тектонітів по гнейсах, ендербітах і чарнокітах мають подібний тип: між новоутвореними тектонічними лінзами формуються зони розсланцювання та дроблення потужністю до 0,3 м із глинками тертя в центральній або крайовій частині.

У південній стінці кар'єру Заваллівського графітового родовища спостерігається інтенсивне правобічне зсувне тектонічне переміщення з північно-східною лінійністю, яке розвинене по олівін-діопсидових кальцифірах. У зоні зсуву ці породи розбиті на субвертикальні тектонічні лінзи розміром у кілька метрів. Між лінзами утворилися сланцюваті смугасті бластокатаклазити кальцит-мусковіт-піроксен-лимонітового складу. Вони містять агрегати крупнокристалічного зеленуватого мусковіту та піриту. Часто формуються темно-зелені агрегати хлориту, що обтікають залишки (релікти) карбонатів, надаючи породі «очкової» структури. Тут також виявлені пучкоподібні скупчення крупнокристалічного графіту, орієнтованого паралельно борознам ковзання — тобто в горизонтальній площині.

Нижче смт Завалля, на правому березі Південного Бугу, у межах об'єкта, відомого як «Дівоча скеля», спостерігалось контактування шумилівського

комплексу з заваллівськими кварцитами. Ці кварцити розбиті на сплюснені тектонічні лінзи потужністю до 1 метра, які полого занурені на захід. В середині лінз ще зберігається крутопадаюча лінійність, властива заваллівському комплексу, однак вона поступово зникає поблизу меж лінз. На поверхні тектонічних чешуй фіксується тонка струминна структура (початкова стадія нової лінійності) з північно-східною лінійністю, проте чітких борозен ковзання тут не виявлено.

Загалом ступінь метаморфічної переробки порід кристалічного фундаменту залежить від їх первинного мінералогічного складу. Породи можна умовно розташувати у ряд зростання опору тектонічному руйнуванню: кальцифіри → високоглиноземисті кристалічні сланці → польовошпатові породи (гнейси, граніти) → кварцити.

Формування шумилівських тектонітів за осадовими породами підосви чохла добре простежується у межах Заваллівського графітового кар'єру. Тут тектонічні лінзи глин, суглинків і пісків, розміром до 1 метра, виявилися зміщеними зі своїх початкових позицій (які ще збереглися у деяких інших ділянках кар'єру) на 10–20 м вгору. Ці лінзи перемішані між собою, а розділяють їх зони з червоними глинками тертя, або зони світло-сірих глин, які містять бурі (лимонітові) смуги та лінзовидно-«очкову» текстуру.

У багатьох тектонічних лінзах слоїстість глин порушена або повністю знищена, замінена складчастими та брекчієвими текстурами. Часто всередині глин зафіксовані включення бурих залізнякових конкрецій з оолітовою будовою, поверхня яких також несе сліди ковзання – борозни й відбитки.

На латералі між незмінним осадовим чохлам та макробрекчією помітний чіткий перехід: перша тектонічна лінза перекриває горизонтально-слоїсті сіруваті суглинки й супіски, а між ними залягає крутонахилена зона алевритової глини з плейчастою структурою потужністю до 0,5 м. У цій зоні деформації поступово нарастають, а слоїстість поступово зникає.

### **Вік комплексу за сукупністю даних**

Вік Шумилівського комплексу попередньо датується раннім пліоценом. Автори не виявили в літературі результатів ізотопно-геохронологічних датувань тектонітів, що можуть бути віднесені до Шумилівського комплексу.

## 5. МЕТАСОМАТИЧНІ УТВОРЕННЯ

Метасоматичні утворення дослідженої території представлені комплексами, що сформувалися внаслідок глибокої хімічної переробки порід кристалічного фундаменту під впливом природніх розчинів. Вони є важливою складовою геологічної будови регіону та містять інформацію про післяметаморфічні етапи його розвитку.

У межах району виділено декілька метасоматичних комплексів, які різняться умовами формування, структурною позицією, мінеральним складом і характером метасоматичної зональності. Їхня поява відображає різночасові процеси гідротермальної активності та посттектонічних змін кристалічного фундаменту.

До метасоматичних утворень району належать Сумівський мігматитовий комплекс, Аргілізитовий комплекс, комплекс кор вивітрювання та Мельниківський метасоматичний комплекс. Вони демонструють різні типи метасоматозу — від глибинних зональних перетворень до поверхневого каолінування, а також пов'язані із зонами розломів, що сприяли розвитку рудної мінералізації.

### **Загальна характеристика та відмінні риси комплексів**

Метасоматичні утворення району розрізняються за літологічним складом, морфологічними особливостями, структурною позицією та генетичними ознаками, що дозволяє їх чітко диференціювати.

Важливу роль серед них відіграє Сумівський мігматитовий комплекс, який представлений неогнейсованими мігматитами, що зберегли свою первинну структуру без істотних деформацій і перекристалізації. Визначальною рисою даних порід є їх положення серед метаморфітів Заваллівського комплексу та специфічні структурні взаємовідносини з ними, що дозволяє впевнено виділяти цей комплекс у межах досліджуваної території.

Аргілізитовий комплекс характеризується добре вираженою горизонтальною та вертикальною метасоматичною зональністю, специфічним мінеральним складом і переважно пухкою консистенцією порід із високим вмістом каолініту.

Незважаючи на зовнішню схожість з корама вивітрювання, будова та генезис даного комплексу однозначно свідчать про його метасоматичне походження.

Комплекс кор вивітрювання утворює покривоподібні тіла на породах кристалічного фундаменту й демонструє різко виражену вертикальну зональність. Верхні горизонти представлені переважно каоліновими породами, що вказує на глибокі тривалі процеси вивітрювання та хімічної переробки.

Мельниківський метасоматичний комплекс є тісно пов'язаним із зонами розвитку тектонітів Шумилівського комплексу і характеризується березитовою формацією, типовою для гідротермально-метасоматичних процесів у зонах глибинних розломів. Комплекс має особливе значення у зв'язку з проявами золоторудної мінералізації в межах району дослідження.

#### 5.1. Сумівський мігматитовий комплекс $\mu AR_{3sm}$

##### **Загальна характеристика та відмінні риси**

До цього комплексу віднесено неогнейсовані мігматити, які зберегли свою первинну будову без значних деформацій та перекристалізації, пов'язаних із тектонічними процесами, що відбувалися в межах Заваллівського метаморфічного комплексу. Це означає, що породи сумівського комплексу не зазнали повторного перетворення у гнейси внаслідок інтенсивної динамометаморфізації, що часто трапляється в інших структурах регіону.

Хоча за петрографічними характеристиками сумівські мігматити можуть бути подібними до мігматитів інших комплексів, ключовою їхньою відмінною ознакою є саме їх положення серед порід Заваллівського комплексу. Саме специфічні структурні взаємозв'язки з цими метаморфітами дозволяють впевнено ідентифікувати мігматити як частину Сумівського комплексу. Подальший аналіз таких взаємовідносин дозволяє детально відокремити ці утворення від схожих за виглядом, але інших за походженням комплексів.

##### **Поширення комплексу**

Сумівський мігматитовий комплекс трапляється в межах території, складеної породами Заваллівського метаморфічного комплексу. Його породи формують

ізолювані ділянки, локалізовані всередині заваллівських метаморфітів. При цьому площі поширення Сумівського комплексу є менш обширними порівняно з основним ареалом Заваллівського комплексу, і не охоплюють його повністю. Таке розміщення дозволяє вважати мігматити Сумівського комплексу специфічними локальними утвореннями, тісно пов'язаними зі структурою і розвитком Заваллівського комплексу.

### **Ключові ділянки та відслонення**

Ключові ділянки та відслонення зафіксовані за межами описуємої ділянки.

### **Морфологія тіл комплексу, умови залягання**

Породи Сумівського мігматитового комплексу утворюють відносно невеликі за розмірами тіла — гнізда, прямолінійні жилоподібні структури та неправильні за формою плямисті утворення, що розвиваються за рахунок заміщення вихідних гнейсів. Просторова форма цих тіл є досить складною і в ряді випадків наближається до штокверкової, тобто густо розгалуженої, з великою кількістю дрібних жил і краплень.

На окремих ділянках гнейсів Заваллівського метаморфічного комплексу загальний вміст мігматитових утворень Сумівського комплексу може досягати 30–40%, що свідчить про їх інтенсивний розвиток.

Чітких закономірностей у просторовому розташуванні мігматитових тіл цього комплексу всередині Заваллівських метаморфітів поки не встановлено. Відомо лише, що вони можуть траплятися як у межах ділянок з ламінарною структурною організацією, так і у зонах з турбулентною структурою. Це свідчить про те, що формування сумівських мігматитів відбувалося незалежно від локального характеру тектонічної будови порід.

### **Взаємозв'язки з іншими комплексами**

Сумівський мігматитовий комплекс демонструє характерні структурні взаємозв'язки з іншими геологічними утвореннями, що дозволяє точніше визначити його положення в загальній тектонічній структурі регіону.

1. Зв'язки з метаморфітами Заваллівського комплексу. У межах районів поширення Сумівського комплексу спостерігаються взаємопересічення з гнейсами

Заваллівського метаморфічного комплексу. Тут одночасно фіксуються випадки огнейсування мігматитів (тобто їх перетворення під впливом метаморфізму) та заміщення самих гнейсів мігматитами. В результаті таких взаємодій формуються різні типи текстур — зональні, масивні або реліктові. Подібні структурні співвідношення є типовими для всіх ділянок розвитку цього комплексу.

2. Перетинання тектонітами Шумилівського комплексу. На деяких територіях, мігматити Сумівського комплексу прорізаються тілами шумилівських тектонітів. Це проявляється у вигляді зон дроблення та мілонітових прожилків, що вказує на більш пізню активізацію тектонічних процесів шумилівського типу порівняно з утворенням мігматитів.

### **Внутрішня будова комплексу**

Структурні особливості Сумівського мігматитового комплексу значною мірою визначаються його взаємодією з метаморфітами Заваллівського комплексу. Під впливом деформацій, характерних для завальєвського етапу тектонічної активності, більшість мігматитових тіл зазнали спільного переміщення та деформації разом із вмісними гнейсами. Це призвело до того, що мігматити частково втратили первинні ознаки метасоматичних утворень і набули рис, характерних для метаморфітів.

Зокрема, такі тіла часто набувають гнейсовидної будови — з чіткою орієнтацією мінералів, зокрема польових шпатів, кварцу та біотиту, які витягнуті та розміщені впорядковано в напрямку деформації. Крім того, спостерігаються хвилясті або пламеневидні контакти мігматитів із вмісними породами, що є типовими ознаками тектонічного перетворення. У деяких випадках мігматити формують складчасті або будино- (линзоподібні) залягання, вбудовані у структуру гнейсів.

Таким чином, під впливом вторинних тектонічних процесів частина мігматитів була перекласифікована зі статусу метасоматичних порід у метаморфічні утворення й нині розглядається як складова Заваллівського метаморфічного комплексу.

До складу Сумівського мігматитового комплексу включені виключно ті мігматити, які зберегли ознаки метасоматичного походження — характерні текстури та внутрішню зональність, що дозволяє їх чітко відокремити від типових метаморфітів.

Щодо внутрішньої зональності самого Сумівського комплексу — на даний момент її чіткої просторової організації виявити не вдалося. Попередні спостереження дозволяють лише зазначити, що в зонах розвитку піроксен-плагіоклазових кристалосланців та ендербіто-гнейсів переважають мігматити зі сірим забарвленням і плагіоклазовим складом польових шпатів. У той час як у зонах мікроклінових гнейсів польові шпати мають калієвий склад, а кольорова гама порід варіює від рожевих до буро-рожевих відтінків.

### **Петрографічна характеристика комплексу**

Петрографічний склад Сумівського мігматитового комплексу є відносно однорідним. Центральні частини порід представлені середньо- та крупнокристалічними агрегатами, до складу яких входять кварц, мікроклін і плагіоклаз у приблизно рівних кількостях. У міру наближення до країв тіла спостерігається зростання вмісту біотиту, який іноді утворює вузькі кайми (потужністю в кілька міліметрів) у зоні контакту між мігматитом та вмісною породою. У цих зонах разом із біотитом можуть поодинокі траплятися кристали гранату та магнетиту.

За текстурою породи здебільшого виглядають однорідними або мають незначну плямисту зональність. Випадки чітко вираженої смугасто-зональної орієнтації мінералів є поодинокими. Ще рідше зберігаються реліктові текстури гнейсів, які піддалися заміщенню.

Варто підкреслити, що навіть попри зовнішню схожість, реліктові текстури заміщення гнейсів помітно відрізняються від типових огнейсованих мігматитів — зокрема так званих гнейсо-гранітів. У гнейсо-гранітах всі основні мінерали — кварц і польові шпати — зазнали перекристалізації з утворенням впорядкованої лінійності, а іноді навіть гнейсовидної текстури. Натомість у мігматитах із реліктовими текстурами смугастість або гнейсовидність визначається виключно

орієнтацією темнокольорових мінералів — біотиту або піроксену, тоді як кварц і польові шпати зберігають гіпідіоморфнокристалічну структуру й не демонструють орієнтованого розташування. Це дає змогу чітко розрізнити метасоматичні утворення від продуктів інтенсивної перекристалізації.

### **Вік комплексу за сукупністю даних**

На основі спостережених структурних взаємовідношень, зокрема численних випадків взаємоперетинань та взаємозаміщень, Сумівський мігматитовий комплекс вважається геологічно синхронним із Заваллівським метаморфічним комплексом.

Ізотопні датування власне Сумівських мігматитів в опублікованих джерелах авторам виявити не вдалося.

## **5.2. "Аргілізитовий" комплекс ag**

### **Загальна характеристика та відмінні риси**

Цей комплекс вирізняється наявністю чітко вираженої метасоматичної зональності та специфічним складом порід. Характерною рисою є те, що утворення мають переважно пухку консистенцію й містять велику кількість каоліну. За зовнішнім виглядом породи комплексу можуть нагадувати продукти вивітрювання, проте внутрішня структура та зональність чітко вказують на інший — метасоматичний — генезис.

Для комплексу властива яскраво виражена горизонтальна зональність — тобто зміна складу порід відбувається переважно у плані. Вертикальна зональність також присутня, але вона розтягнута на значну глибину і простягається навіть нижче рівня моря. Така будова свідчить про складні гідротермальні-метасоматичні процеси, які мали глибокий вплив на зміну складу первинних порід.

### **Ділянки поширення**

Цей комплекс спостерігався лише в межах кар'єру Заваллівського родовища графіту. Інші потенційні ділянки поширення в межах дослідженої території або не були зафіксовані, або не отримали належного діагностування через слабку оголеність або зовнішню подібність до продуктів вивітрювання.

### **Ключові ділянки та відслонення**

Найбільш повно комплекс розкритий у північній і західній стінках кар'єру Заваллівського родовища графіту. Тут породи комплексу спостерігаються на протязі сотень метрів у плані та на десятки метрів у глибину.

Оскільки назва "Заваллівський" вже закріплена за метаморфічним комплексом, для цього метасоматичного утворення поки що використовується робоча назва — "аргілізитовий комплекс". У перспективі її необхідно змінити, оскільки можливе виявлення подібних аргілізитових утворень іншого віку або з іншою структурною позицією.

### **Морфологія тіл комплексу, умови залягання**

Через специфіку оголеності (відкриття у кар'єрі) загальна форма тіла комплексу повністю не встановлена, а спостережувана зональність, ймовірно, відображає лише частину його повної структури. Попередньо можна стверджувати, що основне тіло комплексу витягнуте приблизно у субширотному або північно-західному напрямку, що відповідає простяганню кристалічних порід фундамента в цьому районі. Метасоматичні породи формують численні відгалуження у вмісні породи як з північного, так і з південного флангів основного тіла. Просторове залягання метасоматичних утворень характеризується субвертикальною орієнтацією або крутими падіннями на північ із локальними вигинами по падінню. Ширина виходу комплексу сягає перших сотень метрів, а протяжність у плані — не менше одного кілометра.

### **Взаємовідношення з іншими комплексами**

Структурна позиція "аргілізитового" комплексу визначається на основі таких встановлених взаємозв'язків:

1. Основним субстратом для розвитку цього комплексу є породи Заваллівського метаморфічного комплексу.

2. Комплекс перебуває у взаємоперехресних відношеннях із тектонітами Чаусівського комплексу. Зокрема, зафіксовано тектонічне подрібнення ранніх метасоматитів: каолін-лімонітові породи розшаровані, перемішані між собою та з лінзами незмінених гнейсів. Окрім того, спостерігається заміщення чаусівських тектонітів селадонітовими метасоматитами пізньої генерації.

3. Метасоматичний вплив цього комплексу на шумиловські тектоніти, які залягають поруч у межах того ж кар'єру, не зафіксований. Навпаки, простежується перетин метасоматичних утворень окремими шумиловськими розривами, що свідчить про їх пізнішу активізацію відносно формування метасоматитів.

### **Внутрішня будова комплексу**

Будова комплексу характеризується як зональністю (розподіл на зовнішні та внутрішні зони), так і стадійністю розвитку (розрізнення ранніх і пізніших генерацій метасоматитів). Найбільш чітко виражена зональність спостерігається в породах ранньої генерації комплексу. Зафіксовано переважно горизонтальну зональність, проте простежуються й окремі елементи вертикального розчленування.

### **Петрографічна характеристика комплексу**

Зовнішні зони комплексу представлені залізисто-окисними і марганцевими породами. Вони трапляються лише на окремих ділянках зовнішнього контуру метасоматичної залежі. Їх потужність складає перші метри, а протяжність — десятки метрів. На північному фланзі аргиллізитової зони між незмінними ендербітогнейсами та каоліновими метасоматитами спостерігається розвиток гетиту, лимоніту, гематиту й оксидів марганцю, що заміщують гнейси. Породи мають темно-буре до чорного забарвлення, при цьому зберігають реліктові текстури: смугастість, лінійність, складчастість. Мінералогічно представлені оксидами й гідрооксидами заліза, хлоритом, кварцом, каолінітом.

На південному фланзі, в зонах тектонічних брекчій по графітових кварцитах, залізисті цементи утворюють гетит-лимонітові прошарки та пори з дрібними кристалами гетиту. Ці зони мають потужність понад 20 м. Вони розташовані симетрично щодо центральної каолінової зони, але порушені пізніми кварц-каолін-лимонітовими мілонітами шумиловського комплексу.

Проміжні зони — найширше розвинені. Вони представлені щільним (сітчастим або петельчастим) заміщенням ендербітогнейсів кварц-каолін-лимонітовими метасоматитами. У межах цих зон зберігаються лінзоподібні релікти гнейсів, однак із заглибленням їхній розмір і ступінь збереження зменшуються.

Темнокольорові мінерали — біотит, гранат, піроксен — розпадаються на глинистий порошок буровато-сизого кольору, плагіоклаз повністю каолінізується, мікроклін заміщується переважно по краях. Зберігаються кварц і графіт. В залежності від вмісту заліза, породи мають або буре (апоскарноїдні), або світле (апогнейсові) забарвлення. Потужність цих зон сягає кількох десятків метрів.

Внутрішні зони складені кварц-піритовими метасоматитами з дуже низьким вмістом реліктів. Потужність — також десятки метрів. Кварц — мутно-сірий, дрібнокристалічний, пористий, іноді з порожнинами вилуговування. Утворює як тонкі прожилки, так і гнізда повного заміщення. Каолініт зустрічається у вигляді окремих реліктів, розміром до 2 мм. Графіт зберігається повністю, до 5% об'єму. Пірит локалізується в кількох формах: облямівки кварцових прожилків, гіллясті прожилки, а також гнізда до 20 см із реліктами заміщених порід (каолін-графітових або кварц-мікроклінових).

Пірит представлений кристалами кубічної та кубооктаедричної форм, діаметром до 5 мм. Грани кристалів — блискучі, металеві, без ознак окиснення чи деформації. В окремих випадках фіксуються деформовані агрегати піриту з борознами ковзання та прожилками регенованого піриту (пірит-2), іноді з друзами дрібних пентагональних кристалів.

На глибших рівнях кар'єра (відмітка –19 м) у кварц-сульфідних утвореннях разом із піритом з'являється халькопірит. Він має дзеркальні грані, добре кристалізований, інколи утворює скупчення у друзових або книжкових текстурах кварцових жил.

Такі спостереження дозволяють інтерпретувати проміжні зони як області винесення речовини з частковим осадженням заліза і марганцю на периферії. Внутрішні зони, навпаки, демонструють ознаки надходження сірки й кремнезему на тлі винесення лужних елементів. Це свідчить про метасоматичне походження утворень, відмінне від процесів кори вивітрювання.

На породах ранньої генерації аргиллізитів та в зонах дроблення чаусівського комплексу формуються середньокристалічні селадонітові метасоматити потужністю 5–8 м. Вони секуть раніше описану зональність, занурюються у

північному напрямку під кутом. Кристали селадоніту не мають слідів деформації й часто формують прожилки, які проникають у тектонічні лінзи гнейсів по зонам дроблення.

У випадках розвитку по аргиллізитах селадонітові метасоматити містять релікти каолінізованих гнейсів, кварцу, бурих гідроксидів марганцю та кремністо-лимонітових метасоматитів.

### **Вік комплексу за сукупністю даних**

Із доступних літературних джерел авторам не вдалося виявити достовірних ізотопних датувань порід аргиллізитового комплексу. Однак на основі структурних співвідношень можна зробити висновок, що його відносний вік приблизно синхронний з чаусівськими метаморфітами.

Комплекс формувався на завершальних стадіях розвитку катакlastичних тектонітів, а також частково після завершення їх формування. На це вказує, зокрема, той факт, що пізні генерації селадонітових метасоматитів не зазнали подальшої тектонізації з боку чаусівських катакlastитів. Це дозволяє припустити, що селадонітові тіла формувалися вже після основного етапу тектонічної активності чаусівського етапу.

## **5.3. Комплекс кори вивітрювання kv**

### **Загальна характеристика та відмінні риси**

Відмінними рисами цього комплексу є його покривоподібне залягання на породах кристалічного фундаменту, що чітко вирізняється серед інших утворень. Комплекс характеризується контрастною вертикальною зональністю, яка виявляється у зміні складу порід у напрямку з глибини до поверхні. Найбільш перетворені верхні зони метасоматичної колонки складаються переважно з каолінових порід, що свідчить про значний ступінь вивітрювання.

### **Ділянки поширення**

Кори вивітрювання у межах району мають дуже широке поширення і трапляються майже повсюдно. Винятком є лише долини сучасних водотоків, де процеси ерозії призвели до повного розмиву кори вивітрювання.

## **Ключові ділянки та відслонення**

Відслонень кор вивітрювання в межах району дуже багато. Найкраще вони представлені кар'єрі, де ще не проявилися інтенсивно схилі "залічуючі" процеси.

## **Морфологія тіл комплексу, умови залягання**

Тіла кор вивітрювання зазвичай мають чітко виражену верхню межу. У межах району дослідження на цій межі, як правило, залягають світло-сірі гравелісті піски або строкатоколірні глини неогенового віку, рідше — четвертинні лесовидні суглинки. У всіх випадках верхня межа має ознаки часткового розмиву.

Нижня межа кори вивітрювання має надзвичайно складну морфологію. Породи вихідного субстрату у найнижчих горизонтах кори вивітрювання зазнають екзогенного заміщення лише вздовж тріщин. Це створює мереживну або петельчасту структуру метасоматичних новоутворень на переході до незмінених порід. У міру переходу до повноцінних кор вивітрювання кількість і розміри реліктових ділянок незміненого субстрату зменшуються (від метрів до сантиметрів), тоді як товщина метасоматичних "перегородок" між ними збільшується.

У результаті на місці багатьох реліктів утворюються повні псевдоморфози кори вивітрювання за породами вихідного субстрату, при цьому зберігаються реліктові текстури.

Через складність структури, проведення нижньої межі кори вивітрювання є умовним і не відображає всієї різноманітності форми цієї формаційної залежності.

Потужність кори вивітрювання, визначена за цією умовною межею, у межах району змінюється від кількох сантиметрів до перших десятків метрів.

## **Взаємозв'язки з іншими комплексами**

Структурне положення кор вивітрювання визначається наступними встановленими спостереженнями:

1. Кори вивітрювання формуються на породах Заваллівського, Ладжинського та Чаусівського комплексів, що спостерігається майже повсюдно в межах району дослідження.

2. Кори вивітрювання перекриті основою осадового чохла, який у межах району має вік від ранньоміоценового до ранньокрейдного періодів.

3. Кори вивітрювання розтинаються тектонітами Шумилівського комплексу, що було встановлено у межах Завалля.

### **Внутрішня будова комплексу**

Кори вивітрювання мають контрастну вертикальну та менш виражену горизонтальну зональність.

Горизонтальна зональність зумовлена варіаціями у складі порід вихідного субстрату і в основному проявляється в нижніх зонах профілю кори вивітрювання.

Вертикальна зональність кор вивітрювання є особливо яскраво вираженою і нагадує шаруватість осадових товщ. Через це деякі дослідники помилково включають кору вивітрювання до складу стратиграфічних колонок. Проте таке включення є методологічною помилкою, оскільки:

Нижні зони профілю кори вивітрювання не є старшими за верхні, вони утворюються одночасно з ними.

Верхні зони формуються за рахунок перетворення нижчих зон, тобто вони виникають шляхом подальшої зміни раніше сформованого субстрату.

Більше того, верхні зони починають формуватися раніше, ніж нижні.

Подібні співвідношення суперечать класичному закону Стено про послідовність нашарування осадових порід, де передбачається, що нижчі шари завжди старші за верхні.

### **Петрографічна характеристика комплексу**

У складі кор вивітрювання традиційно знизу вгору виділяють кілька основних зон.

1. Зона слабо змінених порід. Ця зона має ажурну петельчасту будову, що раніше вже описувалася. Метасоматичне тіло кори вивітрювання у цій частині пронизує тріщини у незмінених породах, формуючи тонкі "волосовидні" нитки, товщина яких подекуди сягає лише кількох міліметрів. Типові прояви змін: тонкі плівки лімоніту, гідрослюд та пилоподібні нашарування каоліну. У випадку ультраосновних вихідних порід у цій зоні також відзначається поява карбонатів і

бруситу. Біля стінок тріщин спостерігається просочування порід блідими бурими, жовтувато-бурими або вишнево-червоними гідроокисами заліза, що утворюють тоненькі кірочки товщиною не більше 1–1,5 см. Під мікроскопом встановлюється пелітизація (помутніння) зерен плагіоклазу, гідратація і слабе розщеплення біотиту, навколо пластинок якого іноді з'являються каемки гідроокислів заліза, коло пластинок якого іноді з'являються облямівки гідроокислів заліза. Відмічається слабка хлоритизація відзначається слабка хлоритизація піроксенів у вигляді вузьких облямівок по периферії зерен і лимонізація їх по тріщинах (За Онищенком, 1971). Ступінь заміщення вихідного субстрату в цій зоні мінімальний і обчислюється долями відсотка або першими відсотками. Потужність зони слабких змін може досягати 10–15 метрів.

2. Зона дезінтеграції та початкового вилуговування. Ця зона поступово змінює попередню і характеризується тим, що змін зазнають не лише периферійні ділянки реліктових блоків вихідних порід, а й багато мінералів усередині них. У результаті породи втрачають свою міцність, їхнє забарвлення світлішає, з'являється плямисте побуріння внаслідок виділення гідроокислів заліза. Каолінізація польових шпатів посилюється, охоплюючи краї зерен та тріщини спайності. Біотит інтенсивно розщеплюється, освітлюється і частково переходить у гідробіотит та гідрослюду, тоді як кварц у цій зоні залишається практично незмінним. Особливо швидко руйнуються піроксени, які заміщуються монтморилонітом повністю або з частковим збереженням мікрореліктів. По амфіболу відзначається слабка хлоритизація з поверхні зерен і по тріщинах спайності, а також утворення монтморилоніту та гідрохлориту. За даними Онищенка (1971), по олівину і серпентину утворюються гідрохлорит і сапоніт. У корах вивітрювання, сформованих по ультраосновних породах, у верхніх горизонтах цієї зони з'являються гідросилікати нікелю, такі як гарнієрит та непуїт. Потужність зони варіюється в межах від кількох метрів до перших десятків метрів.

3. Зона неповної каолінізації (монтморилоніт-каолінітова зона) є найбільш розвиненою за потужністю. У межах цієї зони релікти первинних порід вже не зберігаються, поступаючись місцем породним псевдоморфозам глинистих

утворень за кристалічними породами. Ступінь збереження первинних мінералів зменшується знизу вгору від десятків відсотків до 10–15%, при цьому у тому ж напрямку посилюється освітлення порід. Плагіоклази заміщуються каолінітом повністю, тоді як калієві польові шпати каолінізуються лише частково. Біотит заміщується каолінітом поступово через стадію гідробіотит-гідрослюда, і в межах одного зерна іноді можна спостерігати поступовий перехід від гідробіотиту через гідрослюду до каолініту. При цьому каолінізація польових шпатів значно випереджає каолінізацію біотиту за інтенсивністю. Піроксени в цій зоні не зберігаються навіть у вигляді мікрореліктів. Монтморилоніт у процесі розвитку частково заміщується каолінітом. Амфіболи майже повністю монтморилонітуються, а по гідрохлориту також розвивається монтморилоніт або безпосередньо каолініт, як зазначає Онищенко (1971). У випадку ультраосновних порід формуються переважно нонтронітові петельчаті прихованокристалічні утворення. Потужність цієї зони може досягати 10 метрів і більше.

4. Каолінітова зона представлена, незалежно від складу вихідного субстрату (від кислих до ультраосновних порід), білою щільною глинистою породою переважно каолінітового складу. Межа з нижньою зоною поступова. Калієві польові шпати каолінізовані повністю. Кварц помітно кородований, розбитий мережею мікротріщин. Гідрослюда зберігається як акцесорна домішка. У деяких випадках у нижній частині цієї зони може зберігатися також акцесорний монтморилоніт і гідроокисли заліза, які або у вигляді плям, або частково просякають породу. Потужність зони дуже змінна через процеси розмиву у покрівлі й інколи сягає перших десятків метрів. Каолініт, який зрештою утворюється з усіх породоутворюючих силікатів, зберігає контури вихідних зерен, але має морфологічні відмінності. За польовими шпатами формуються дуже дрібно- і тонколистуваті агрегати; за піроксенами й амфіболами – крупнолистуваті та спутано-волокнисті; за біотитом – дуже крупнолистуваті, у вигляді віялоподібних або червоподібних агрегатів. Каолінізація польових шпатів відбувається безпосередньо, без проміжних стадій; каолінізація піроксену проходить через стадію монтморилоніту, амфіболу — через гідрохлорит і

монтморилоніт, біотиту — через гідробіотит і безбарвну гідрослюду (за Онищенком, 1971).

### **Вік комплексу за сукупністю даних**

Проблема визначення віку кори вивітрювання Українського щита вирішується лише непрямими методами на основі сукупності геологічних даних, оскільки наразі відсутні прямі способи визначення як відносного, так і абсолютного віку древніх кор вивітрювання. Кори вивітрювання даного району є середньомезозойського віку. При цьому вважається, що у подальші геологічні епохи відбувалося перетворення вже сформованих кор вивітрювання, однак утворення нових потужних елювіальних товщ більше не спостерігалось [Ельянов, Додатко, 1971].

## **5.4. Мельниківський метасоматичний комплекс brN<sub>2</sub>ml**

### **Загальна характеристика та відмінні особливості**

Мельниківський метасоматичний комплекс вирізняється виключною приуроченістю до зон розвитку тектонітів Шумилівського комплексу. Його формування тісно пов'язане з ділянками, де проявлена інтенсивна тектонічна переробка порід, що створює сприятливі умови для метасоматозу.

### **Ділянки поширення**

Мельниківський метасоматичний комплекс зафіксовано на ділянці між Завалляєм і Сабатинівкою.

### **Ключові ділянки та відслонення**

Метасоматити Мельниківського комплексу найдетальніше вивчені за межами ділянки.

### **Морфологія тіл комплексу, умови залягання**

Породні тіла Мельниківського метасоматичного комплексу утворюють розгалужену мережу, яка частково або повністю заміщує тектоніти Шумилівського комплексу, а також крайові частини тектонічних лінз гнейсів інших метаморфічних утворень, що залягають поблизу. Як правило, метасоматичні тіла мають вкраплений характер і не мають чітких меж.

Повністю проявлені метасоматити, які оголюються у природних виходах, мають потужність переважно у межах кількох сантиметрів або ще менше. Загальна потужність тіл із урахуванням помітної візуально зони вкраплених агрегатів зазвичай не перевищує перших метрів. Водночас поля розвитку цього комплексу в межах шумилівських тектонітів можуть сягати кількох кілометрів у поперечнику. Проте самі метасоматичні тіла в межах таких полів мають ажурний характер, а ступінь заміщення вихідного субстрату загалом становить лише кілька відсотків.

Орієнтація тіл комплексу визначається повністю орієнтацією відповідних сегментів шумилівської тектонічної мережі, у межах яких вони залягають. У районі Саврані вони приурочені до зон дроблення чешуйчастих насувів, а їх простягання орієнтоване з північного заходу на південний схід із падінням на південний захід під кутами 30–45°.

#### **Взаємовідношення з іншими комплексами**

Структурне положення Мельниківського метасоматичного комплексу визначається наступними спостережуваними співвідношеннями:

1. Мельниківські метасоматити формуються на породах Заваллівського метаморфічного комплексу. Такі співвідношення спостерігалися на ділянці між Заваллям і Сабатинівкою.

2. Метасоматити Мельниківського комплексу розвиваються також за рахунок гнейсів Ладижинського метаморфічного комплексу.

3. Мельниківський комплекс структурно перетинається з тектонітами Шумилівського метаморфічного комплексу. Подібне співіснування спостерігається на всіх відомих ділянках розвитку комплексу.

#### **Внутрішня будова комплексу**

Незважаючи на розсіяний характер прояву, Мельниківський метасоматичний комплекс у всіх випадках демонструє зональну будову. Виявлена зональність стосується передусім розподілу мінералів відносно конкретного флюїдопровідника, який виконував роль каналу для проходження метасоматичних розчинів. Ця внутрішня зональність буде докладно охарактеризована далі.

Зональність у більшому масштабі поки що не встановлена. Це зумовлено, по-перше, обмеженими умовами виходу порід на денну поверхню, а по-друге — високою ажурністю метасоматичних тіл, коли окремі флюїдопровідні зони розділені значними інтервалами візуально незмінених порід. Існує також припущення, що у межах наявних відслонень фіксуються переважно лише флангові (зовнішні) частини комплексу, де прояви метасоматозу менш інтенсивні.

### **Петрографічна характеристика комплексу**

В зонах катаклазу та брекчіювання біотитових плагіогнейсів та двопольовошпатових мігматитів, відзначаються суттєві зміни порід. Ці зміни проявляються у розвитку:

- Окварцювання аж до утворення кварцолітів, іноді з опалоподібним кварцом.
- Розвитку світлих слюд, частіше серициту по плагіоклазу, рідше — мусковіту по біотиту або у вигляді відокремлених агрегатів.
- Карбонатизації (кальцит, сидерит) по плагіоклазах, акцесорних мінералах та у вигляді плямистих відособлень.
- Вздовж площин тріщинуватості — гідрослюдистих (іноді з диккітом, каолінітом, серпентином і хлоритом) продуктів.

Описані мінеральні парагенезиси утворюють просторову зональність відносно флюїдопровідників. У зовнішніх зонах розвинені рідкі псевдоморфози хлориту і мусковіту по катаклазованому біотиту гнейсів. Іноді відзначається вкрапленість новоутвореного біотиту(?), а також розрізнені плями агрегатів дрібнокристалічного серициту розміром до сантиметра, що заміщають вихідні гнейси. Потужність таких зон — від перших сантиметрів до перших метрів. Внутрішні зони, як правило, складені кварцевими прожилками з мусковітовою або серицитовою облямівкою та вкрапленістю дрібних кристалів карбонатів. Потужність таких прожилків не перевищує сантиметра.

Такий характер зональності дозволяє впевнено віднести даний комплекс до аргілізіт-березитової формації.

Дослідження показують, що процеси перетворення порід та утворення кварцових прожилків продовжувалися до температури 110°C і при зниженні тиску від 0,35 до 0,2-0,1 ГПа [Ярощук и др., 1996].

За даними [Goryainov S. 2021], зони катаклазу та брекчіювання в районі родовища представлені тектонітами шумилівського комплексу.

### **Вік комплексу за сукупністю даних**

На сьогодні ізотопно-геохронологічні дослідження безпосередньо березитових метасоматитів Мельниківського комплексу у літературі не наведені. Відтак, питання його абсолютного віку залишається відкритим. Водночас, на підставі структурного положення комплексу в межах геологічного розрізу можна зробити висновки про його відносний вік.

Зокрема, структурна синхронність Мельниківського комплексу з шумилівськими тектонітами вказує на їх спільну геологічну історію. Це дозволяє попередньо визначити вік Мельниківського комплексу як кайнозойський, а найбільш імовірно — ранньопліоценовий.

## 6. ТЕКТОНІКА

Територія Побужжя розташована в межах Українського щита, одного з основних структурних елементів Східноєвропейської платформи. Вона характеризується складною будовою докембрійського кристалічного фундаменту, що є нижнім структурним поверхом, та осадовим чохлам, який формує верхній структурний поверх. Основну роль у геологічній будові регіону відіграють метаморфічні, метасоматичні та інтрузивні комплекси(за межами території) архею та протерозою.

### **Верхній структурний поверх (осадовий чохлам)**

Верхній структурний поверх представлений платформовим осадовим чохлам фанерозою, який залягає з різкою стратиграфічною або тектонічною незгідністю на поверхні докембрійського кристалічного фундаменту. В межах досліджуваної території через ерозійну розчленованість цей чохлам має фрагментарний розвиток і складений переважно неогеновими відкладами. Потужність осадових порід, як правило, не перевищує кількох десятків метрів, місцями вони повністю відсутні. В межах рельєфу осадовий чохлам формує ізольовані покривні формації, які частково захищають архейсько-протерозойські породи від сучасного вивітрювання та денудації.

### **Нижній структурний поверх (кристалічний фундамент)**

Нижній структурний поверх сформований глибоко метаморфізованими товщами та інтрузивними комплексами докембрійського віку. До його складу входять такі комплекси: Архей (Заваллівський метаморфічний, Сумівський метасоматичний), Протерозой (Ладжинський, Чаусівський метаморфічні комплекси та Аргілізитовий метасоматичний комплекс), Мезозой (комплекс кор вивітрювання), Кайнозой (Шумилівський метаморфічний, Мельниківський метасоматичний). Вони формують складну мозаїчно-блокову структуру з чіткими лінійними контактами, лінзоподібними тілами, зонами динамотермічного та контактного метаморфізму.

## **Взаємозв'язок між комплексами фундаменту**

Заваллівський метаморфічний комплекс вирізняється майже вертикальним напрямом лінійності (вергентність). Найбільш поширений на ділянці від Гайворона до Кошаро-Олександрівки, довжина щонайменше 50 км. Менші блоки мають лінзоподібну форму, розміри від кількох сотень метрів до 10–12 км.

Заваллівський метаморфічний комплекс залягає у вигляді ізольованих тектонічних блоків у гнейсах Ладижинського комплексу, утворюючи структуру метаморфічного меланжу (молодший за Заваллівський). Ладижинський комплекс має пологу лінійність з підняттям у північно-західному напрямку. Ладижинський комплекс спостерігається від Завалля в північно-західному напрямку.

Заваллівський метаморфічний комплекс має складні взаємовідносини з мігматитами Сумівського комплексу: спостерігається псевдоморфне заміщення гнейсів мігматитовим матеріалом та гнейсування мігматитів (одночасність процесів).

Заваллівський метаморфічний комплекс перетинається катакластичними утвореннями та кристалічними сланцями Чаусівського комплексу. Відзначається пологим або майже горизонтальним напрямом лінійності з підняттям на південний схід. Вище Завалля чаусівський комплекс спостерігався на інтервалах Козавчин - Сальково, Райгород - Семенки, а також у кар'єрі Заваллівського графітового родовища. "Аргілізитовий" комплекс спостерігається в кар'єрі Заваллівського графітового родовища.

Заваллівський метаморфічний комплекс піддається заміщенню комплексом кори вивітрювання. Заміщує Заваллівський комплекс, отже, також присутній у районі Завалля.

Заваллівський метаморфічний комплекс перетинається катаклазитами пізньоальпійського Шумилівського комплексу. Шумилівський комплекс вирізняється чітко вираженою північно-східною лінійністю. Перетин Заваллівського комплексу катаклазитами Шумилівського комплексу спостерігається, зокрема, у кар'єрі Заваллівського графітового родовища. Мій осадовий чохол пересікається також Шуміловський

## 7. ГЕОМОРФОЛОГІЯ

Досліджуваний район розташований у межах Українського щита, у межиріччі правобережжя Південного Бугу. Рельєф території характеризується поєднанням терасово-ерозійних, денудаційних та техногенно змінених форм.

Значну роль у формуванні геоморфології регіону відіграє річка Південний Буг. В процесі свого розвитку вона утворила досить розвинені ряди алювіальних терас. В районі Завалля та прилеглих територій спостерігаються наступні особливості терасового рельєфу. Долина Південного Бугу набуває увігнутого характеру вище за течією від села Красеньке, що включає і район Завалля. Четвертинні тераси формують пологий схил, який на відстані 1,5 - 3,5 км від русла переходить у крутий денудаційний схил через увігнутий перегин. Місцями спостерігаються притерасові пониження. Четвертинні тераси представлені похованими та прихиленими терасами з накладанням двох алювіальних циклів. Часто на терасах відсутній субаеральний лесово-грунтовий покрив, і вони складені піскуватими верстуватими відкладами, перекритими малопотужним шаром еолових пісків. Четвертинні тераси в цьому районі мають перевищення близько 40 м і ширину до 3,5 км від русла.

Важливою особливістю регіону є відсутність "карпатської" гальки в алювії вище за течією від Завалля. Це свідчить про можливий зв'язок річкових систем Південного Бугу та Дністра саме в районі Завалля - Саврань.

Окрім особливостей, пов'язаних з річковою долиною Південного Бугу, для території характерні й інші геоморфологічні риси. Зокрема, значна подрібненість території на блоки з Шумиловськими тектонічними рухами, що зумовлює "клавішну" будову долини Південного Бугу. Також спостерігається асиметрія схилів долин річок, зумовлена різними факторами, такими як зміщення русла, різна потужність глинисто-суглинистого покриву та різна інтенсивність тектонічного підняття. На території поширені яри, промоїни та берегові урвища, глибина яких може сягати 10 м. У долинах та руслах великих річок (наприклад, Південний Буг) наявні кам'яні останці.

В районі Завалля значного поширення набули техногенні форми рельєфу, пов'язані з розробкою Заваллівського родовища графіту. Це, в першу чергу, великі кар'єри та відвали. Також значний вплив на геоморфологію мають ставки та дамби.

## 8. ГІДРОГЕОЛОГІЯ

На території досліджуваної області наявні водоносні горизонти, формування яких зумовлене особливостями геологічної будови. Води залягають у: четвертинних суглинках, річковому та балочному четвертинному алювії, піщаних відкладах, пісках сарматського ярусу, тріщинуватій зоні кристалічних порід докембрію та продуктах їх вивітрювання.

### **Водоносний горизонт у четвертинних суглинках**

У більшості випадків водоносний горизонт у четвертинних суглинках спостерігається в основі товщі. У зоні аерації місцями утворюється малопотужний водоносний горизонт типу «верховодки». Глибина залягання горизонту коливається від 2 до 21,550 м, при потужності 10-40 м. Водообильність слабка: питомі дебіти колодязів не перевищують 0,41 л/сек. Живлення горизонту відбувається виключно за рахунок атмосферних опадів, у зв'язку з чим в посушливі роки деякі колодязі та джерела пересихають. За хімічним складом води даного горизонту відносяться до гідрокарбонатних, у рідкісних випадках - до гідрокарбонатно-хлоридних або хлоридних. Сухий залишок у більшості випадків не перевищує 100 мг/л, але зрідка досягає 1400 і навіть 2080 мг/л. Загальна жорсткість зазвичай не більше 7, рідше доходить до 29 мг-екв/л. Води цього горизонту легко піддаються забрудненню, в результаті чого вміст нітратів іноді становить до 200-400 мг/л. Низька водообильність і погана якість води не дозволяють використовувати його для питного і господарського водопостачання.

### **Водоносний горизонт у річковому та балочному четвертинному алювії**

Водоносний горизонт у річковому та балочному четвертинному алювії залягає на глибинах від 0 до 16/10 м, переважає 5-7 м, причому абсолютні позначки покрівлі горизонту приблизно збігаються з позначками урізу води в річках, що говорить про прямий гідравлічний зв'язок даного горизонту з річковими водами. Розкрита потужність його коливається від 0,50 до 5,00 м. Питомі дебіти колодязів становлять 0,12-0,73 л/сек. Живлення цього горизонту відбувається за рахунок

атмосферних вод і завдяки підтоку підземних вод з горизонтів, поширених у бортах і підошвах річкових долин і балок.

Хімічний склад вод, укладених в алювії, непостійний. Найчастіше зустрічаються гідрокарбонатні води, іноді гідрокарбонатно-сульфатні та хлоридні. У зв'язку з неглибоким заляганням даний горизонт часто виявляється забрудненим органічними речовинами. Величина окислюваності деяких проб води по кисню досягає 8,56. У ряді випадків вода містить до 400 мг/л азотних сполук.. Особливо часто забруднені води балочного алювію. Води, укладені в алювії, як правило, прісні. Вміст сухого залишку зазвичай не перевищує 100 мг/л, але іноді підвищується до 1500 мг/л і в окремих випадках досягає 3900 мг/л. Загальна жорсткість вище 7 мг-екв/л, а в ряді випадків перевищує 20 і навіть 50 мг-екв/л, що робить непридатними води горизонту для питного водопостачання.

#### **Водоносний горизонт у відкладах сарматського ярусу**

Глибина залягання цього горизонту, в залежності від рельєфу, коливається від 0,40 до 30,50 м. Живлення його відбувається за рахунок атмосферних вод, що просочуються через вищезалеглі четвертинні відкладення. Розвантаження його відбувається частково по долинах річок і балках, де спостерігаються виходи невеликих джерел, а також в нижчезалеглі горизонти, на ділянках відсутності водотриву.

За хімічним складом води майже завжди відносяться до гідрокарбонатних. Сухий залишок не перевищує 100 кг/л, а загальна жорсткість 7,00-10,00 мг-екв/л.

Водоносний горизонт у сарматському ярусі характеризується підвищеною водоносністю. У районі с. Піщаної питомі дебіти свердловин, що використовують води цього горизонту, коливаються від 0,46 до 2,20 л/сек. Води приурочені пісків. Горизонт розкритий свердловинами на глибинах від 16,0 до 93,0 м, а рівень води в них в залежності від рельєфу встановлюється на глибині від 14,0 до 85,0 м. У західній частині території водоносний горизонт часто має вільне дзеркало підземних вод. У центрі і на сході території води набувають напору 6-8, а іноді до 29,50 м. Живлення цього горизонту здійснюється завдяки просочуванню атмосферних опадів через вищележачу товщу порід за рахунок підтоку вод з

підстилаючих кристалічних порід. Загальний напрямок водного потоку південний - у бік долини Південного Буга. У південно-західній частині листа води цього горизонту дренуються балками, у зв'язку з чим зустрічаються джерела з дебітом до 10 л/сек.

Води в більшості випадків слабо мінералізовані і лише іноді сухий залишок становить понад 1000 мг/л. За хімічним складом вони відносяться до гідрокарбонатного класу. Серед катіонів переважає кальцій. Зважаючи на хорошу якість і високу водоносність, води даного горизонту можуть бути широко використані для надійного водопостачання південних районів території.

### **Водоносні горизонти, приурочені до кори вивітрювання кристалічних порід**

Крім описаних вище водоносних горизонтів, на території листа зустрічаються малопотужні водоносні горизонти, приурочені до кори вивітрювання кристалічних порід. Вони мають спорадичне поширення, приурочені до древніх похованих долин і балок і характеризуються невитриманістю дебітів. Глибина залягання їх змінюється в широких межах. Живлення горизонтів відбувається за рахунок просочування атмосферних опадів. Розвантажуються вони в основному в річкову мережу.

Води горизонтів, як правило, прісні. Сухий залишок не перевищує 0,1 г/л, а загальна жорсткість 1,0-5,0 мг-екв/л. За хімічним складом вони відносяться до гідрокарбонатних вод.

Води району використовуються для господарсько-питного водопостачання.

### **Водоносний горизонт у тріщинуватій зоні кристалічних порід докембрію і продуктах їх вивітрювання**

Водоносний горизонт у тріщинуватій зоні кристалічних порід докембрію і продуктах їх вивітрювання є найбільш потужним і водоносним. Глибина залягання його коливається від 15 до 120 м, потужність досягає 100 м і більше. Питомі дебіти колодязів змінюються від 0,1 до 16,0 л/сек, а джерел - до 25 л/сек. Води горизонту за хімічним складом прісні, гідрокарбонатні, рідше сульфатні. Мінералізація їх не перевищує 1 г/л, але в окремих випадках доходить до 3 г/л. Загальна жорсткість

зазвичай не більше 7 мг-екв/л, але зрідка збільшується до 10-15 мг-екв/л. Води широко використовуються для питного і господарського водопостачання.

Питомі дебіти свердловин, пробурених в гранітоїдах кіровоградсько-житомирського комплексу, коливаються від 0,001 до 03 л/сек, в породах чарнокітового комплексу - від 0,005 до 0,212 л/сек і в архейських гнейсах - від 0,149 до 0,970 л/сек, при максимально можливому понад 10 л/сек.

Глибина залягання горизонту змінюється від 1,20 до 200 м. Зазвичай він характеризується напорами 15-25 м, а іноді і до 38,20 м. Живлення водоносного горизонту здійснюється головним чином за рахунок вищезалеглих водоносних горизонтів. Описуваний горизонт частково дронується по долинах річок, де кристалічні породи виходять на денну поверхню (долина р. Південний Буг).

На хімічний склад підземних вод істотно впливає склад вмісних порід. У зв'язку з цим води кристалічних порід характеризуються підвищеною лужністю. Величина рН змінюється від 7,1 до 9,1. Вміст кремнекислоти коливається від 28 до 62 мг/л. Вміст фтору часто перевищує 1,5 мг/л.

В цілому води горизонту відносяться до гідрокарбонатного класу. Серед катіонів переважають кальцій і магній. Мінералізація змінюється від 0,16 до 1,0 г/л, а загальна жорсткість - від 1,4 до 7,0 мг-екв/л.

В окремих районах, особливо поблизу річок, у води проникають органічні речовини, у зв'язку з чим величина окислюваності іноді підвищується до 6,0.

Тріщинні води відіграють основну роль у водному режимі території листа. Завдяки широкому поширенню і хорошій якості тріщинних вод цей горизонт може бути широко використаний для централізованого водопостачання.

### **Гідрогеологічне районування**

У межах району основним водоносним горизонтом є водоносний горизонт, приурочений до тріщинуватої зони кристалічних порід і їх кори вивітрювання. Розкриття підземних вод цього горизонту може здійснюватися головним чином шляхом проходки свердловин з поглибленням в кристалічні породи на 50-60 м.

## 9. КОРИСНІ КОПАЛИНИ

Заваллівське родовище графіту розташоване на території Українського щита, який є однією з головних металогенічних провінцій України.

Більш конкретно, воно знаходиться в межах Білоцерківсько-Середньобузького мегаблоку Українського щита, який також називають Середньопобузьким або Побузьким гірничорудним районом. Цей район є однією з ключових структурно-металогенічних зон Українського щита.

Саме в цьому регіоні, багатому на стародавні кристалічні породи, сформувалися умови для утворення промислових концентрацій графіту, а також проявів алмазів та гранатової сировини.

### Графіт

Заваллівське родовище графіту є унікальним за запасами і промисловим значенням об'єктом Середнього Побужжя. Воно розташоване поблизу смт Завалля Гайворонського району. Родовищем тривалий час займався Заваллівський графітовий комбінат, який спеціалізувався на випуску графітової продукції, включаючи тигельний, елементний, ливарний графіт та інші марки.

Промислові концентрації графіту (понад 3 %) приурочені до древніх графітовмісних гнейсів та їх кори вивітрювання. Графіт у рудах представлений великими чешуйками розміром від кількох міліметрів до 1 см, які іноді формують кустові скупчення. Рудні тіла мають пластоподібну або лінзоподібну форму та витягнуті по простиранню у субширотному, місцями північно-західному або північно-східному напрямках. Падіння тіл майже вертикальне, їх потужність варіює від 1–2 до 80 м. Розмах зруденіння на глибину перевищує перші сотні метрів. У загальному спостерігається підвищення вмісту графіту із сходу на захід. Вміст графіту в рудах коливається від 2 до 32 %, середній — близько 6,86 %, на окремих ділянках — 10–14 %.

В межах родовища виділено дві рудоносні зони — північну та південну, які розділяються карбонатним ядром. Вони складені біотит-графітовими і гранат-

біотит-графітовими гнейсами з прошарками скарноїдів. У складі рудоносних зон виділено кілька розвіданих ділянок, зокрема "Південно-Східна", "Хутір Андріївка" (на північному крилі) та "Південна смуга" (на південному крилі). Загальна протяжність рудоносних зон становить 7–8 км, їх потужність сягає 60–425 м.

Основна частина запасів зосереджена в корі вивітрювання, яка простежується на глибину до 100–200 м, що істотно підвищує промислову цінність родовища. Потужність покривних порід варіює від 10 м (на правому березі Південного Бугу) до 15–45 м (на лівобережжі).

- Сумарні запаси графіту за категоріями оцінюються наступним чином:
- по категоріях А+В — 26 276,7 тис. т,
- по категорії С1 — 14 165 тис. т,
- з них графіту відповідно: А+В — 892,3 тис. т, С1 — 1 235,1 тис. т.

Окрім графіту, в межах родовища також ведеться видобуток будівельного каменю (бугу, щебеню) та абразивної сировини (гранатовмісні породи), запаси яких затверджені за категорією С. Станом на сьогодні розробка родовища значною мірою припинена у зв'язку зі зміною ринкової кон'юнктури.

### **Алмаз**

На території, що прилягає до Завалля, встановлено низку прямих і непрямих ознак алмазоносності кристалічних порід. Починаючи з 1952 року, дослідниками виявлено уламки та дрібні кристали алмазів у руслових алювіальних відкладах річок Ятрань та Синюха, а також у корі вивітрювання кристалічних порід, де бурінням (зокрема шнековим і твердосплавним) було добуто окремі зерна алмазів.

У Заваллівському кар'єрі описано наявність флюїдизитних брекчій, які формують невеликі тіла, подібні до трубок вибуху (діаметром 5–20 м), природа яких поки остаточно не з'ясована. Алмази на цій території, як правило, жовто-зеленого кольору, розміром 0,07–0,5 мм, переважно у вигляді уламків. Водночас походження алмазів залишається предметом наукової дискусії: розглядаються версії щодо їх зв'язку з лампроїтами, кімберлітами, еклогітами або навіть імпактними структурами.

## Гранатова сировина

Завалівське родовище, окрім графітових руд, є також перспективним джерелом гранатвмісної сировини. Рудовмісні товщі складені біотит-графітовими, біотит-гранатовими гнейсами, кварцитами, силіманітовими гнейсами, кальцифірами та гранат-кварцовими скарноїдами. У межах родовища виділяються дві основні рудоносні зони — північна та південна — які представлені комплексами графітових і гранатвмісних гнейсів. Їхня протяжність досягає 3,7 км, а потужність коливається в межах 150–390 м.

Продуктивні породи формують ритмічно перешаровані пласто- або лінзоподібні тіла, часто складної морфології — з роздувами, перетисненнями та розгалуженнями. Загальний напрямок простягання порід становить  $290\text{--}300^\circ$ , а падіння — субвертикальне ( $80\text{--}90^\circ$ ). Гранат-біотитові гнейси розвинені у вигляді лінз і смуг протяжністю до 1 км, з потужністю від 1–2 до 100 м. Вміст гранату в продуктивній товщі змінюється від 6 до 31 %, у середньому — близько 15 %.

У первинних каолінах гранат повністю зруйнований і заміщений гідроокисами заліза. У зоні жорстких глинистих порід мінерал представлений сильно тріщинуватими зернами, які легко розтираються. У слабо змінених породах гранат (альмандин) зберігся у вигляді зерен розміром 0,1–1,0 мм, часто утворюючи скупчення.

Загальні запаси гранат-біотитових гнейсів у межах родовища оцінюються у 20,3 млн т, з них запаси гранату становлять 3,4 млн т. Видобування здійснюється ВАТ «Завалівський графітовий комбінат». За станом на початок 2003 року, у спеціалізованому сховищі підприємства зберігалось 1,7 млн т гранатової руди із вмістом близько 300 тис. т гранату.

## ВИСНОВКИ

У результаті виконання кваліфікаційної роботи було здійснено комплексне дослідження геологічної будови Заваллівського родовища графіту, що розташоване в межах Гайворонського району Кіровоградської області. Територія вивчення охоплює частину правобережжя Південного Бугу.

1. Дослідження показали що територія складена двома поверхами: нижній структурний поверх (кристалічний фундамент) та верхній структурний поверх (осадовий чохол).

2. За допомогою графічного редактора створена карта, розріз та стратиграфічна колонка дочетвертинних утворень які є більш достовірними (відповідають дійсності).

3. Аналіз показав, що родовище графіту цілком розташоване в межах Заваллівського метаморфічного комплексу.

4. Аналіз також показав, що графіт сформувався на кордоні крупного блока карбонатних порід з оточуючими силікатними породами. При тому графітова вкрапленість залягає і в карбонатних, і в силікатних породах не залежно від їх петрографії.

## ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

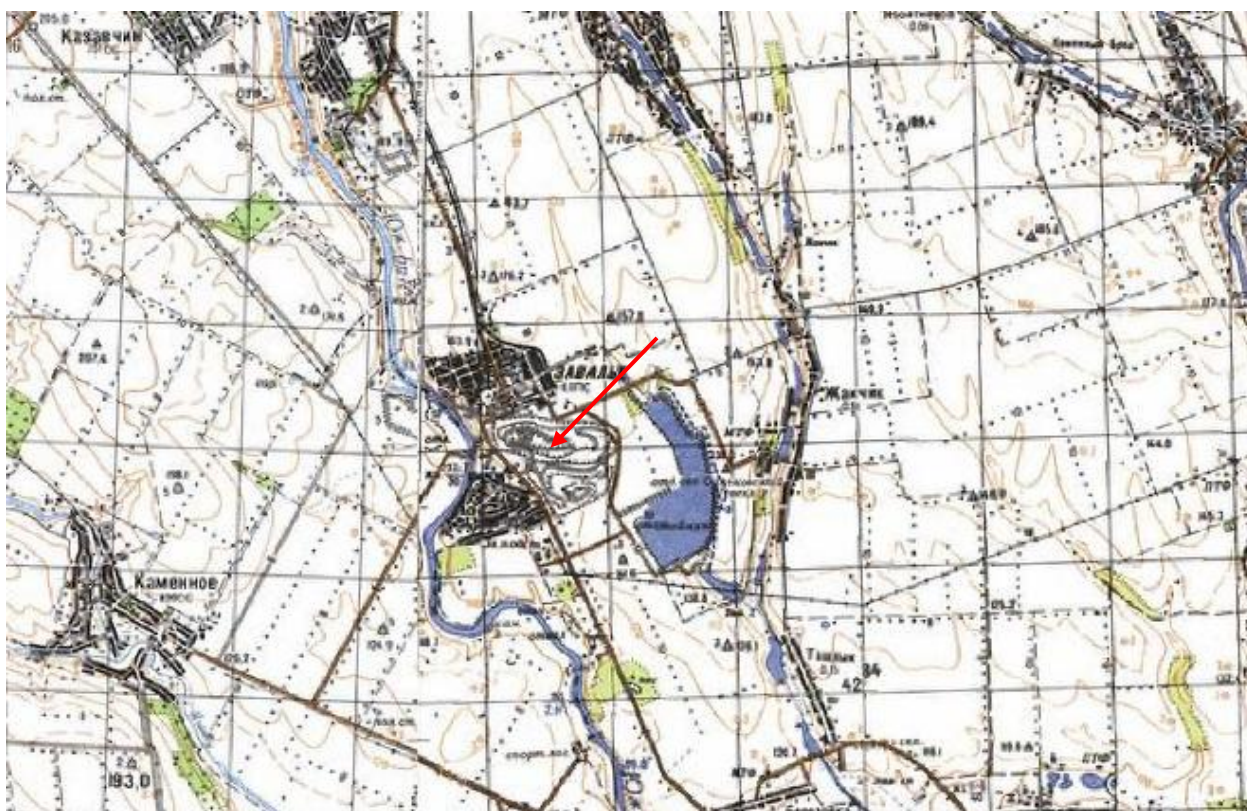
1. Goryainov S. Metamorphic and metasomatic complexes of the Middle Pobuzhye. - ScienciaScripts, 2021. - 164 p. <https://www.morebooks.shop/store/ru/book/metamorphic-and-metasomatic-complexes-of-the-middle-pobuzhye/isbn/978-620-4-27146-0>
2. Лісова І.М. Геохронологія чарнокітоїдів Побужжя. – Київ: Наукова думка - 1988. - 136 с.
3. Гранулітові фації Українського щита / Белєвцев Р.Ю., Яковлев Б.Г., Щербакова Т.Г. та ін. – Київ: Наукова думка, 1985. - 220 с.
4. Коваль В.Б. Поліметаморфізм і деякі питання металогенії докембрійської товщі межиріччя Синиці та Синюхи: Автореф. дисс. на здобуття ступеня канд. геол.-мін. наук. – Київ, 1964. - 20 с.
5. Венідиктов В.М. Поліциклічний розвиток гранулітової фації. – Київ: Наукова думка. - 1986а. - 267 с.
6. Венідиктов В.М. Циклічність геологічних формацій і стратиграфія Українського щита за структурно-метаморфічними даними // Геол. журнал. -1986. - Т. 46. - №2.
7. Ярошук Е.А., Єлісеєва Г.Д. Абсолютний вік та історія формування докембрію Південного Бугу // Питання датування найдавніших геологічних утворень і основних порід. - К.: 1967. - С. 155-162.
8. Щербак Н.П. Проблемы геохронологических рубежей докембрия Украинского щита // Минералогич. журнал - 1996 - Т.18 - №2 - С. 20-24.
9. Щербак Н.П., Степанюк Л.М., Лісна І.М., Бартницький О.М. Вікові рубежі у формуванні порід мафіт-ультрамафітової асоціації гранулітових комплексів Середнього Побужжя // Доповіді НАНУ. – 1996, №7 – С. 109-114.
10. Довідник з петрографії України (магматичні та метаморфічні породи). - Київ: Наукова думка. - 1975. - 579 с.
11. Нижній докембрій західної частини Українського щита (вікові комплекси і формації). / Лазько Є.М., Кирилюк В.П., Сиворонов А.А., Яценко Г.М. - Вид-во Вища школа. - 1975. - 239 с.

12. Гінтов О.Б., Ісай В.М. Тектонофізичні дослідження розломів консолідованої кори. - Київ: Наукова думка. - 1988. - 228 с.
13. Усенко І.С. Основні та ультраосновні гірські породи басейну Південного Бугу. - Київ: Вид-во АН УРСР. - 1958. - 144 с.
14. Наливкіна Е.Б., Паламарчук С.Ф. Про псевдотахіліт Побужжя // Петрографічний збірник ВСЕГЕІ. - Вип. 21 - М.: Держгеолтехвидав. - 1957 - №2.- С. 81-88.
15. Онищенко Р.І. Давня кора вивітрювання на гнейсових породах Верхнього Побужжя // Кори вивітрювання на території УРСР. - Київ: Наукова думка. - 1971. - С. 153-166.
16. Ельянов М.Д., Додатко О.Д. Огляд вивченості кори вивітрювання кристалічних порід Українського щита // Кори вивітрювання на території УРСР. - Київ: Наукова думка. - 1971. - С. 23-42.
17. Ярошук М.А., Сніжко О.М., Терещенко С.І., Вайло О.В., Івантишина О.М., Кислюк В.В. Фізико-хімічні умови формування Чемерпільського золоторудного прояву в Побужжі // Мінералогіч. журнал. - 1996. - Т.18. - №6. - С. 69-80.
18. Геологічна карта та карта корисних копалин дочетвертинних утворень: М-36-XXXI (Первомайськ). Геологічна карта і карта корисних копалин дочетвертинних відкладень. Серія Центральноукраїнська, масштаб: 1:200000, серія: Центральноукраїнська, упорядкована: УкрДГРІ, 2002 р., редактор(и): Великанов В.Я.
19. Державна геологічна карта України масштаб 1:200 000. Серія Центральноукраїнська. Аркуш М-36-XXXI (Первомайськ). Пояснювальна записка. – К.: Державний комітет природних ресурсів України, Український державний геологорозвідувальний інститут, 2004 р., 175 с.
20. Карта четвертинних відкладень: М-36-XXXI (Первомайськ). Геологічна карта та карта корисних копалин четвертинних відкладів. Серія Центральноукраїнська, масштаб: 1:200000, серія: Центральноукраїнська, упорядкована: УкрДГГРІ, 2002 р., редактор(и): Великанов В.Я.

21. Геологічна карта: М-35-XXXVI (Гайворон). Геологічна карта СРСР. Серія Центральноукраїнська, масштаб: 1:200000, Трест Київгеологія, 1960 р., редактор: Козловська О.М.
22. Геологічна карта СРСР масштабу 1:200 000 аркуш М-35-XXXV. Пояснювальна записка.: Наукова-редакційна рада ВСЕГЕІ, 1962 р., редактор А. Н. Козловська.
23. Іванців О.Є. Геологія та генезис графітових родовищ України. – К.,1972. – С. 74–78.
24. Неметалічні корисні копалини України: Підручник / В.А. Михайлов, Г.Ф. Виноградов, М.В. Курило, Л.С. Михайлова, В.В. Шунько, В.І. Шевченко, О.В. Грінченко, О.Л. Гелета, Д.М. Щербак. Видання 2-е, виправлене і доповнене. К.: ВЦ "Київський університет", 2007. – 507 с.
25. Геохімія техногенезу. – Київ, 2020. – вип. 3(31) – с. 151.
26. Заваллівське родовище графіту – Вікіпедія [Електронний ресурс] // *Вікіпедія : вільна енциклопедія.* – Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Заваллівське\\_родовище\\_графіту](https://uk.wikipedia.org/wiki/Заваллівське_родовище_графіту).
27. Завалля (селище) – Вікіпедія [Електронний ресурс] // *Вікіпедія : вільна енциклопедія.* – Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Завалля\\_\(селище\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Завалля_(селище)).

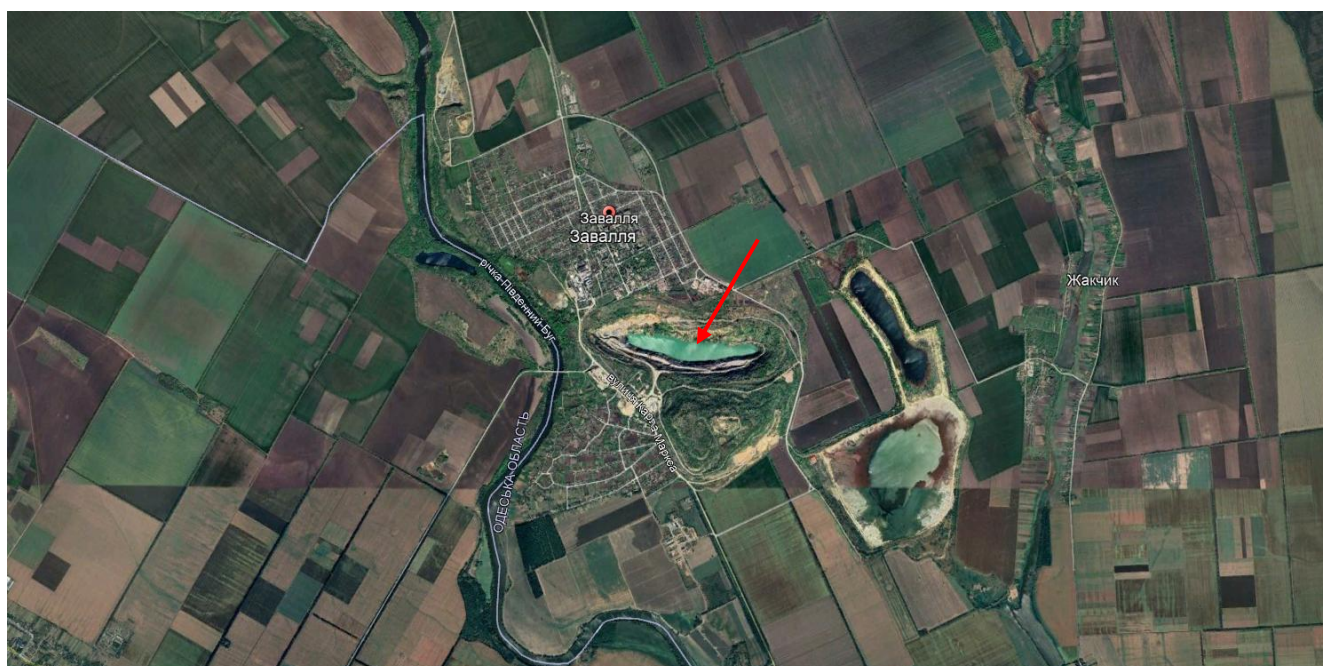
## ДОДАТКИ

Додаток 1

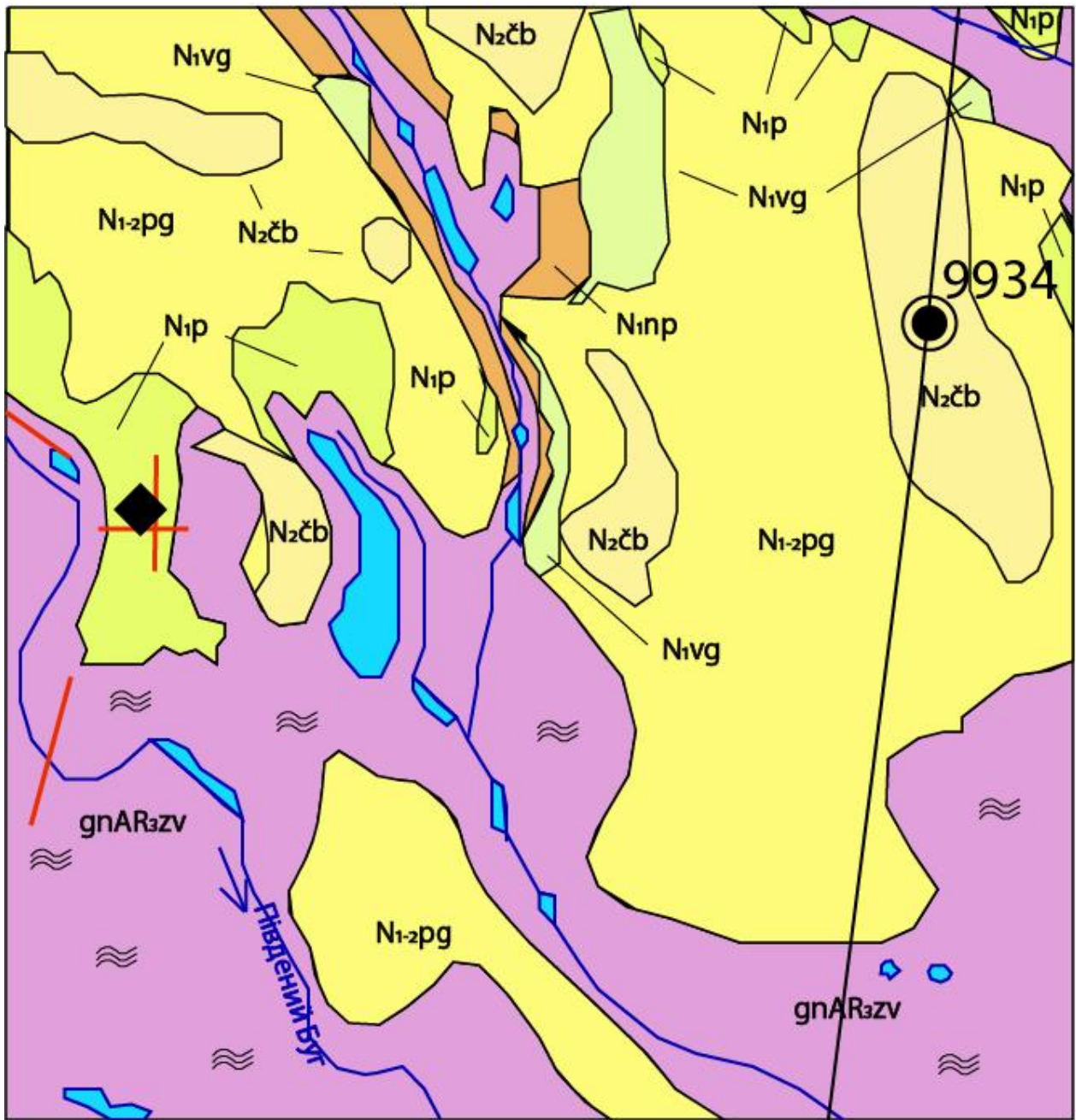


Топографічна карта району Завалля (Заваллівський кар'єр)

Додаток 2



Космознімок території дослідження (селище Завалля, Заваллівський кар'єр)

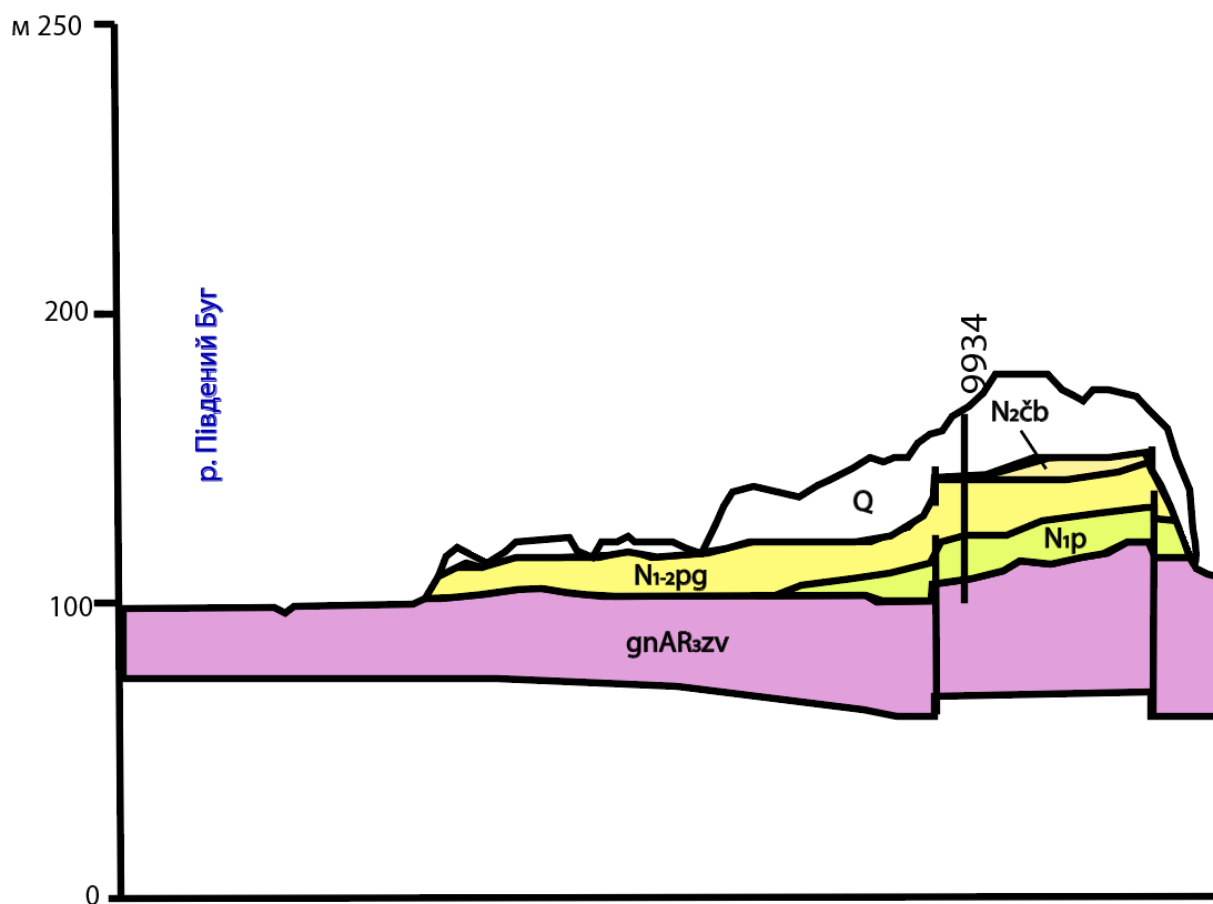


Геологічна карта і карта корисних копалин дочетвертинних утворень

Умовні позначення

Загальна стратиграфічна шкала					Регіональна стратиграфічна шкала неогену	Місцеві стратиграфічні підрозділи осадового чохла		Інші умовні позначення		
Акрон	Еон	Ера	Період	Епоха	Вік нижньої межі (млн.р.)	Регіональні горизонти	Символ	Опис	Символ	Опис
ФАЛЕРОЗОЙ КАЙНОЗОЙСЬКА			Неогеновий - N	Пліоценова Nz	5,0	Акчагілський	Q	Четвертинні відклади нерозчленовані (тільки на розрізі)	● 9934	опорні свердловини та їх номери
							Nzčb	Товща червоно-бурих глин. Глини червоно-бури, пісні, в'язкі, слабо піщаністі, з включеннями карбонатів, зерен кварцу, бобовин гідроокислів заліза і марганцю	~~~~~	Геологічні межі
							N1-zpg	Строката піщано-глиниста товща. Глини бурі, коричнево-бури, жовтувато-бури, слабо записочені, з карбонатними стяжіннями, з прошарками кварцових пісків сірувато-бурих, з гідроокислами заліза і марганцю	~~~~~	достовірні
						Кімерійський	tATsm	Шумилівський метаморфічний комплекс: гнейси, граніти.	◆	стратиграфічні неузгодження (в легенді)
							brNzml	Мельнікський метасоматичний комплекс: біотит, гнейси.		Корисні копалини
Міоценова N1		Неогеновий - N	Понтичний	13,6		Сарматський	N1p	Піщана товща. Піски кварцові, сірі, зеленувато-жовтувато-сірі, дрібнозернисті, глинисті, з прошарками глин піщаних, сірих, зеленувато- та жовтувато-сірих	◆	графіт
							N1vg	Вуглисто-глиниста товща. Глини темно-сірі до чорних, вуглисті, з рештками обуглених рослин (Pinus & р. Diproxylon, Yuglans p., Ulmus p. та ін.) з прошарками бурого вугілля; піски сірі, темно-сірі, кварцові, дрібнозернисті		
						Новопетрівський	N1np	Новопетрівська світа. Піски кварцові, дрібно-середньозернисті, світло-сірі, білуваті, жовтуваті, каоліністі, з темноколірними мінералами, з прошарками зеленувато-сірих глин, часто "кльйких", і вторинних каолінів		
Верхня K2		Крейдовий - K	Новопетрівський	23,8			kv	Комплекс кор вивітрювання: глинисті породи.		
							gnPR1čs	Чаусівський метаморфічний комплекс: біотитовий гнейс, біотит-піроксеновий плагіогнейс, ендербітовий плагіогнейс, дво-піроксеновий гнейс, амфіболіт.	ag	«Аргілізовий» комплекс: ендербітогнейс, гнейс.
Палеопротерозой			Верхня K2	2000			gnPR1ld	Ладжинський метаморфічний комплекс: гнейс біотит-гранатовий, гнейс біотит-гіперстеновий, гнейс біотит-графітовий, гнейс лептитовий		
						АРХЕЙ НЕОАРХЕЙ	gnAR3zv	Заваллівський метаморфічний комплекс: безрудний кварцит, грануліт, чорнокітогнейс, ендербітогнейс, гнейс біотит-графітовий, гнейс силіманіт-гранат-біотитовий, гнейс силіманіт-гранат-корддеритовий, амфіболіт піроксеновий, двупіроксеновий кристалосланець кристалічний вапняк, мармур	μAR3sm	Сумівський метасоматичний комплекс: гнейсо-граніти, гнейси, мігматіти

Умовні позначення до геологічної карти і карти корисних копалин  
дочетвертинних утворень

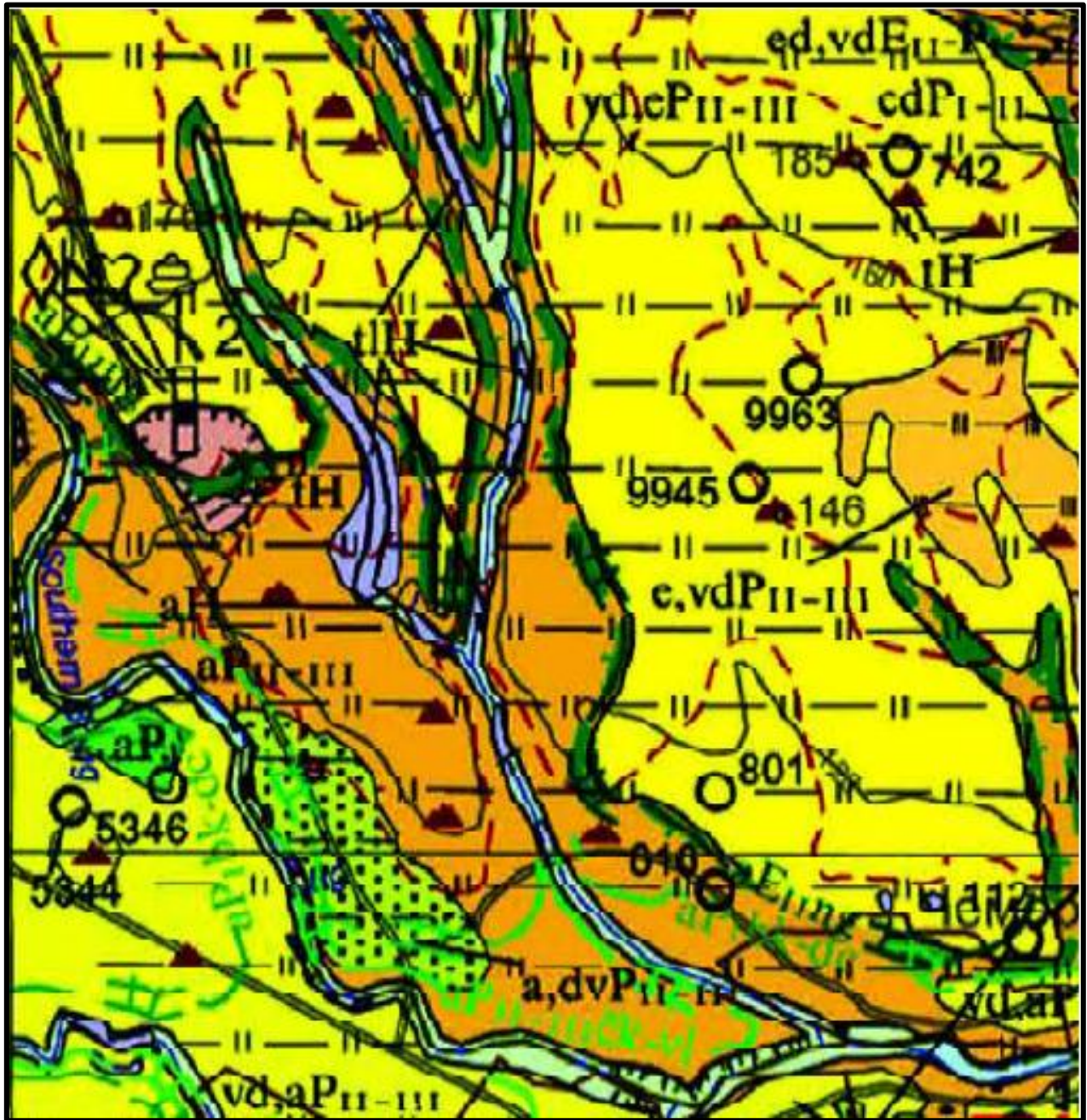


Геологічний розріз до геологічної карти і карти корисних копалин  
дочетвертинних утворень

Умовні позначення до геологічного розрізу геологічної карти і карти корисних  
копалин дочетвертинних утворень

Акротема	Еонотема	Ератема	Система	Відділ	Підвідділ	Ярус	Регіонариси	Індекс	Літологічний склад	Потужність підрозділів	Характеристика порід		
<b>ФАЙНЕРОЗОЙ</b>													
Кайнозойська													
Неогенова N													
				Пліоценовий N <sub>2</sub>									
				Верхній		Актагильський		N <sub>2</sub> cb		25,0		Товща червоно-бурих глин. Глини червоно-бурі, пісні, в'язкі, слабо піщаністі, з включеннями карбонатів, зерен кварцу, бобовин гідрокислів заліза і марганцю	
				Нижній		Кімерійський		N <sub>1</sub> -pg		30,0			
				Міоценовий N <sub>1</sub>									
				Верхній N <sub>1</sub>		Понтичний		N <sub>1</sub> p		36,5		Піщана товща. Піски кварцові, сірі, зеленувато-жовтувато-сірі, дрібнозернисті, глинисті, з прошарками глин піщанистих, сірих, зеленувато- та жовтувато-сірих	
				Сарматський		N <sub>1</sub> vg		25,0					
				Нижній N <sub>1</sub>		Новопетрівський		N <sub>1</sub> np		32,5		Новопетрівська світа. Піски кварцові, дрібно-середньозернисті, світло-сірі, білуваті, жовтуваті, каоліністі, з темноколірними мінералами, з прошарками зеленувато-сірих глин, часто "кльйких" і вторинних каолінів	
				Полтавська серія		N <sub>1</sub> np		32,5					

Стратиграфічна колонка до геологічної карти і карти корисних копалин  
дочетвертинних утворень



Геологічна карта і карта корисних копалин четвертинних відкладів

Умовні позначення до геологічної карти і карти корисних копалин четвертинних відкладів

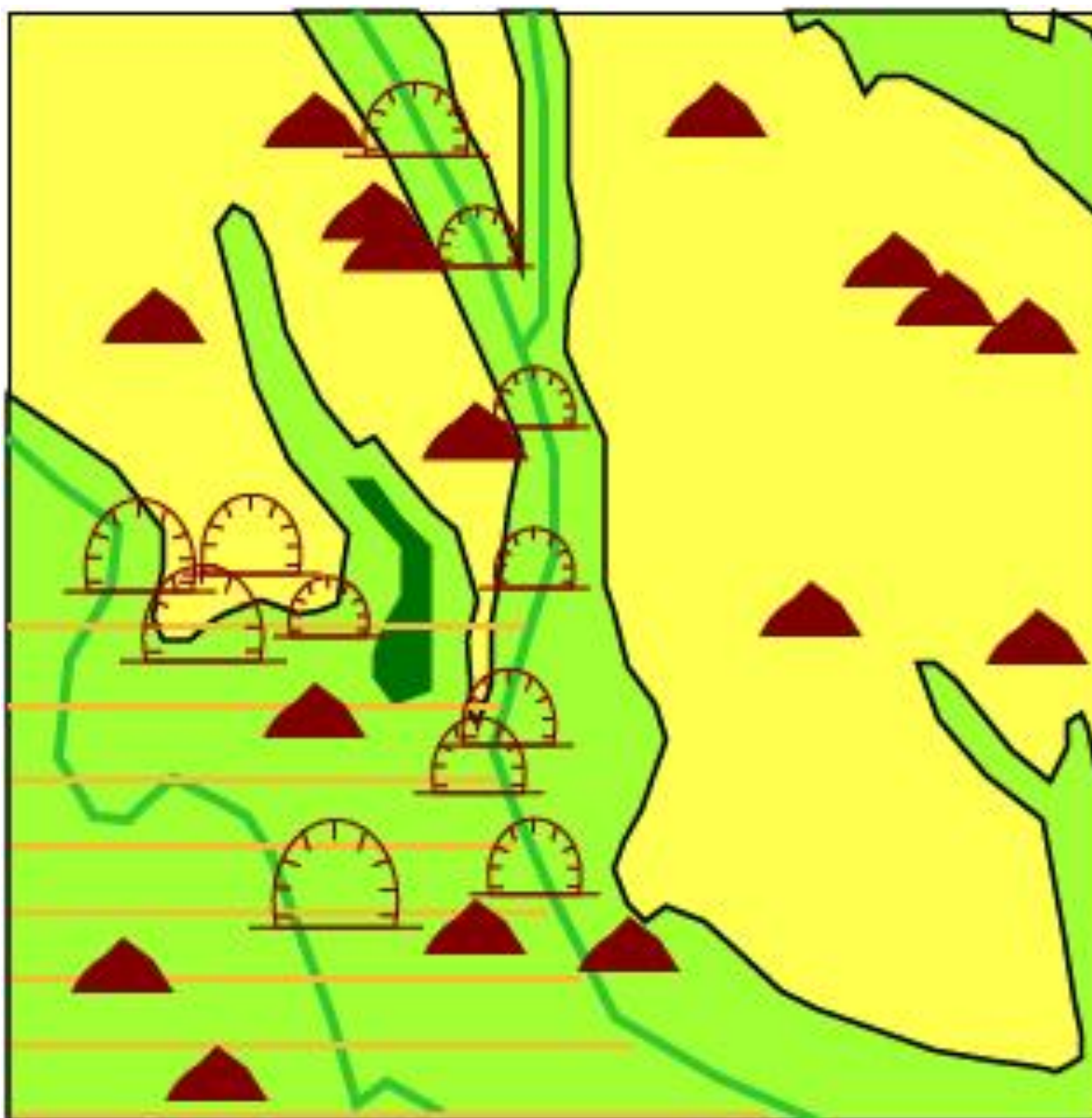
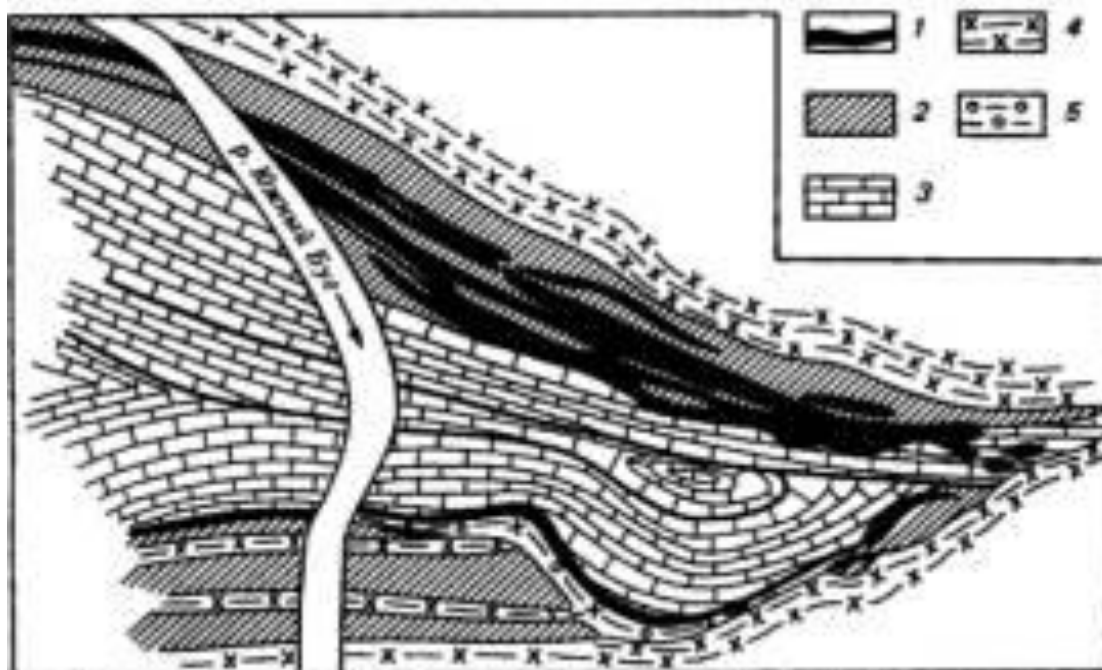


Схема геоморфологічного районування території дослідження

Умовні позначення до схеми геоморфологічного районування



Схема локалізації графітоносних ділянок Заваллівського родовища: 1 – графітові рудні тіла; цифри в кружках – графітоносні ділянки: 1 – Хутір Андріївка, 2 – Проміжна, 3 – ПівденноСхідна, 4 – Правобережна, 5 – Південна полоса, 6 – Зарічна



Геологічна карта Заваллівського родовища (Іванців О.Є.):

1 – графітові гнейси; 2 – гнейси безрудні; 3 – кристалічні вапняки; 4 – граніти; 5 – мігматити.

Схематична карта і розріз Заваллівського родовища графіту

1 - граніти бузького комплексу; 2 - мігматити; 3 - чарнокіти; 4 - гнейси піроксенові; 5 - гнейси амфіболові; 6 - гнейси гранат-біотитові дністровсько-бузької серії (?); 7-13 - хащувато-завалівська світа (hz): 7 - сланці карбонатні; 8 - кальцифіри, мармури; 9 - скарноїди; 10 - кварцити залізисті; 11 - кварцити безрудні; 12 - гнейси біотит-гранатові; 13 - гнейси біотит-графітові (руда); 14-15 - кошаро-олександрівська світа (ка): 14 - гнейси силіманітові; 15 - кварцити безрудні; 16 - амфіболіти та габро-амфіболіти; 17 - розломи; 18 - границі ділянок; 19 - свердловини: а - на карті; б - на розрізі; 20 - лінія розрізу