

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка»  
Природничих наук та технологій  
(факультет)

Кафедра Геофізичних методів розвідки  
(повна назва)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
кваліфікаційної роботи ступеню магістра  
(бакалавра, магістра)

студента Примакова Сергія Володимировича  
(ПІБ)  
академічної групи 103М-19-3 ГРФ  
(шифр)  
спеціальності 103 Науки про Землю  
(код і назва спеціальності)  
за освітньо-професійною програмою «Геофізика»  
(офіційна назва)  
на тему Переінтерпретація гравітаційних і магнітних даних на  
Богданівській ділянці Західного Приазов'я для дослідження ультрабазитів  
(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Логвін В.М.			
розділів:3				
<b>Рецензент</b>	Тимощук В.І.			
<b>Нормоконтролер</b>	Лозовий А.Л.			

Дніпро  
2020

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**

завідувач кафедри

геофізичних методів розвідки

(повна назва)

Довбніч М.М.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« 12 » жовтня 2020 року

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

студенту Примаков С. В. академічної групи 103М-19-3 ГРФ  
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 103 Науки про Землю  
(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою «Геофізика»  
(офіційна назва)

на тему Переінтерпретація гравітаційних і магнітних даних на  
Богданівській ділянці Західного Приазов'я для дослідження ультрабазитів

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 16.11.2020 р. №947-с.

Розділ	Зміст	Термін виконання
1	<i>Умови виконання робіт та фізико-геологічна характеристика району і ділянки робіт</i>	29.09.20-15.10.20
2	<i>Аналіз результатів геофізичних досліджень на Богданівській ділянці</i>	16.10.20-14.11.20
3	<i>Переінтерпретація гравітаційних і магнітних даних на Богданівській ділянці для картування ультрабазитів</i>	14.11.20-20.12.20

Завдання видано Логвін В.М.  
(підпис керівника) (прізвище, ініціали)

Дата видачі 01.10.2020 р.

Дата подання до екзаменаційної комісії 14.12.2020 р.

Прийнято до виконання Примаков С.В.  
(підпис студента) (прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 76 с., 27 рис., 1 табл., 12 джерел.

ГРАВІТАЦІЙНІ АНОМАЛІЇ, КАРТУВАННЯ УЛЬТРАБАЗИТІВ, КОМПЛЕКСНА ІНТЕРПРЕТАЦІЯ ГЕОФІЗИЧНИХ МЕТОДІВ, МАГНІТНІ АНОМАЛІЇ, ОБЧИСЛЕННЯ ТРАНСФОРМАЦІЙ ГЕОФІЗИЧНИХ ПОЛІВ, ОБРОБКА ПОЛЬОВИХ МАТЕРІАЛІВ, ЯКІСНА ІНТЕРПРЕТАЦІЯ ГЕОФІЗИЧНИХ ПОЛІВ.

Предмет дослідження – обчислення трансформацій гравітаційного і магнітного полів з метою картування ультрабазитів.

Об'єкт розроблення – ультрабазитові тіла Богданівської ділянки на Західному Приазов'ї.

Мета роботи – вивчення та аналіз можливостей комплексного обчислення трансформацій гравітаційного та магнітного полів на Богданівській ділянці з метою картування ультрабазитів.

Результати та їх новизна – проведена переінтерпретація матеріалів попередніх робіт на Богданівській ділянці. Обчислення проводилися з використанням програмного забезпечення, обиралися оптимальні та ефективні результати переінтерпретації. Новизна дослідження полягає у обчисленні та аналізі трансформацій гравітаційного і магнітного полів з метою картування ультрабазитів, при цьому використовувалися сучасні інструменти та технології для інтерпретації наявного матеріалу.

Методи досліджень – гравірозувідка, магніторозвідка, лінеаментний аналіз, обчислення трансформацій гравітаційного і магнітного полів, якісна інтерпретація геофізичних полів.

Основні завдання – проектування комплексу геофізичних робіт та вивчення ефективності їх застосування.

Практична значимість кваліфікаційної роботи – розширення та уточнення сировинної бази корисних копалин України.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК ТЕРМІНІВ, ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ.....	5
ВСТУП .....	6
1 УМОВИ ВИКОНАННЯ РОБІТ ТА ФІЗИКО-ГЕОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ І ДІЛЯНКИ РОБІТ.....	7
1.1 Загальні відомості про район робіт .....	7
1.2 Історія геолого-геофізичного вивчення району .....	9
1.3 Геологічна будова району і ділянки робіт.....	17
1.3.1 Стратиграфія.....	18
1.3.2 Магматизм .....	20
1.3.3 Тектоніка .....	21
1.3.4 Корисні копалини .....	23
1.4 Аналіз фізичних властивостей гірських порід району робіт .....	30
2 АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ГЕОФІЗИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ НА БОГДАНІВСЬКІЙ ДІЛЯНЦІ.....	35
2.1 Геологічні задачі геофізичних зйомок і методи їх вирішення .....	35
2.2 Методика і техніка виконання робіт .....	35
2.2.1 Гравіметрична зйомка.....	35
2.2.2 Магнітометрична зйомка.....	36
2.3 Методика інтерпретації геофізичних даних на ділянці робіт .....	38
3 ПЕРЕІНТЕРПРЕТАЦІЯ ГРАВІТАЦІЙНИХ І МАГНІТНИХ ДАНИХ НА БОГДАНІВСЬКІЙ ДІЛЯНЦІ ДЛЯ КАРТУВАННЯ УЛЬТРАБАЗИТІВ .....	42
3.1 Характеристика первинних матеріалів .....	42
3.1.1 Створення цифрових моделей полів.....	42
3.1.2 Оцінка точності цифрових моделей гравітаційного і магнітного полів .....	47
3.1.3 Характеристика карт для регіонального вивчення .....	53
3.2 Трансформації вихідних полів .....	55
3.3 Лінеаментний аналіз геофізичних полів .....	68
3.4 Петрофізичне картування порід ділянки робіт .....	72
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ .....	74
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	75

## ПЕРЕЛІК ТЕРМІНІВ, ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ

ВЕЗ	–	вертикальне електричне зондування
ВП	–	викликана поляризація
ЕОЦМ	–	електронна обчислювальна цифрова машина
КК	–	корисні копалини
КМЗХ	–	кореляційний метод заломлених хвиль
МЕП	–	мережа електропередачі
МТЗ	–	магніотелуричне зондування
тр	–	трест
УЩ	–	Український щит
ЦГЕ	–	центральна геофізична експедиція
ЧЕЗ (ЧЗ)	–	частотне електричне зондування
АВ	–	лінія живлення
МN	–	приймальна лінія
$\Delta g$	–	гравітаційне поле
$\Delta g_{\text{зал}}$	–	залишкове гравітаційне поле
$\Delta Z$	–	магнітне поле
$\Delta Z_a$ ( $\Delta T_a$ )	–	аномальне магнітне поле
$Z_a$	–	вертикальна складова магнітного поля
$\sigma$	–	щільність
$\sigma_{\text{сер}}$	–	середня щільність
$\alpha$	–	магнітна сприйнятливість
$\alpha_{\text{сер}}$	–	середня магнітна сприйнятливість
$\rho_k$	–	уявний (позірний) електричний опір
мГал	–	мілігал
нТл	–	наноТесла

## ВСТУП

Дипломний проєкт написаний за матеріалами звітів попередніх геофізичних робіт в Західному Приазов'ї на Богданівській ділянці Запорізької області. На сьогоднішній час досліджувана ділянка вважається добре вивченою як в геологічному, так і в геофізичному плані. З геологічної точки зору досліджувана ділянка має велику кількість різноманітних корисних копалин магматичного, тектонічного та іншого походження які мають досить сприятливе місце знаходження.

Метою роботи є переінтерпретація матеріалів попередніх геологічних і геофізичних робіт. Рішення поставленої задачі принесе цінну і конкретну, а також більш детальну геологічну інформацію, яка є важливою з економічної точки зору.

Основним завданням проєкту є картування ультрабазитів перспективних на виявлення інтрузій трубчатого типу тобто ділянок, зв'язаних з кімберлітовим і лампроїтовим магматизмом в яких можуть міститися алмази. Також варто відзначити наявність численної розломної тектоніки, до якої можуть бути приурочені різноманітні родовища КК. Поставлена задача буде вирішуватися комплексною інтерпретацією геофізичних методів з використанням гравірозвідки і магніторозвідки. В якості кінцевого результату представлені карти комплексної інтерпретації побудовані після інтерпретації гравітаційного і магнітного полів.

# 1 УМОВИ ВИКОНАННЯ РОБІТ ТА ФІЗИКО-ГЕОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ І ДІЛЯНКИ РОБІТ

## 1.1 Загальні відомості про район робіт

Ділянка робіт розташовується в зоні зчленування Приазовського блоку і Причорноморської западини. Необхідність детального вивчення району геофізичними методами визначалася наявністю в його межах і на суміжних площах численних рудопроявів таких КК як залізо, марганець, буре вугілля, горючий газ, каолін, мінеральні води, будівельні матеріали, а підставою для постановки геофізичних зйомок послужила достатня ступінь диференціації гірських порід району за фізичними властивостями.

Згідно адміністративно-територіальному поділу ділянка робіт розташована на території Приазовського району Запорізької області (див. рисунок 1.1). Орографічно це слабо горбиста рівнина, порізана мережею ярів, балок і річкових долин. Абсолютні позначки денної поверхні змінюються від декількох метрів (біля узбережжя Азовського моря) до 150 м (на півночі ділянки робіт). Всі балки, яри і їх схили для запобігання ерозійного зносу ґрунтів засаджені лісо м. Площа лісонасаджень разом з полезахисними смугами і невеликими масивами байрачних лісів становить приблизно 2 % від загальної площі робіт.

Гідромережа представлена річками Лозоватка, Корсак, Обіточна, Юшанли і ін. Долини річок асиметричні, з крутими скелястими правими схилами, характеризуються наявністю стариць і заболочених заплав. По долинах річок створені штучні водойми, на базі яких ведеться інтенсивне зрошення.

Клімат району помірно-континентальний. Зима порівняно м'яка і нетривала, з частими відлигами і дощами. Найбільш холодний місяць – січень, з середньою температурою  $-5^{\circ}\text{C}$ , самий жаркий – липень – до  $+40^{\circ}\text{C}$ . Середньорічна кількість опадів коливається в межах 350 – 470 мм.

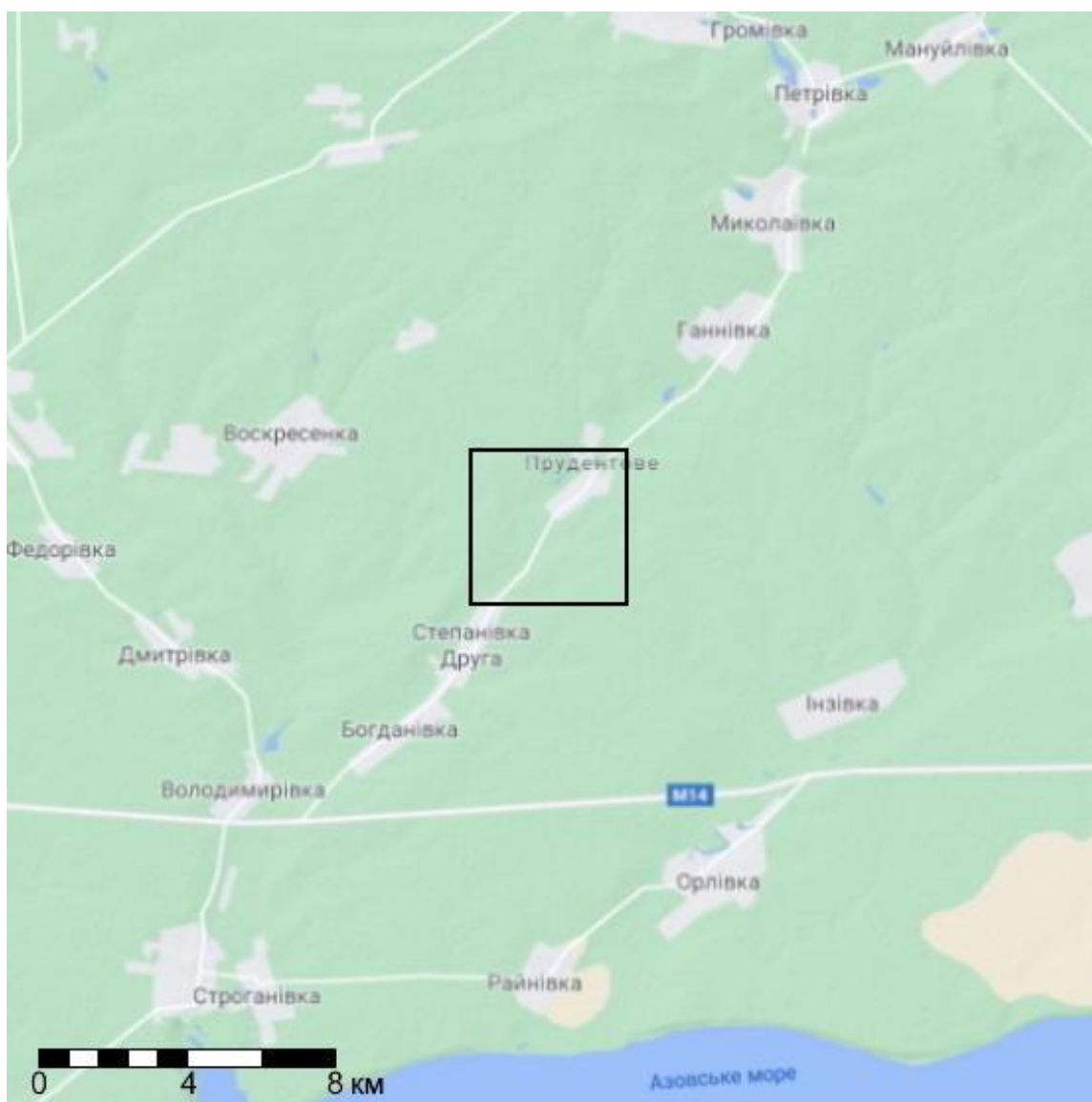


Рисунок 1.1 – Оглядова карта досліджуваної ділянки (чорна лінія)

Економічно район сільськогосподарський. Основна галузь – виробництво зернових і технічних культур, м'ясо-молочне тваринництво і птахівництво. Всі землі розорані і засіяні сільськогосподарськими культурами, частина з яких поливні.

Шляхи сполучення розвинені досить добре. Тут проходять автомагістралі Мелітополь - Приморськ і Токмак - Бердянськ. Є густа мережа ґрунтових і польових доріг, придатних для проїзду в суху пору року.

Ділянка робіт насичена джерелами інтенсивних промислових перешкод: МЕР, залізниця, лінії кабельного зв'язку, численні електроустановки в населених пунктах.



За фізико-географічним умовам досліджувана площа відноситься до III категорії складності для проведення геофізичних робіт [9].

## 1.2 Історія геолого-геофізичного вивчення району

### Геологічна вивченість

Вивчення залізорудних родовищ Західного Приазов'я (Корсак Могила, Куксунгур і Кам'яна Могила) почалося в кінці XIX століття в зв'язку з розвитком чорної металургії в Донбасі. У той період зазначені родовища були віднесені як малоперспективні.

З 1938 р. залізорудні родовища Західного Приазов'я обстежувалися Родіоновим С. П. Він підрозділив складаючи породи родовища на три горизонти: нижній (гнейси), середній (аркозові кварцити) і верхній (залізисті кварцити). Виходи залізистих порід на поверхню видаються їм у вигляді ядер крутих ізоклінальних складок, витягнутих по простяганню порід.

У 1950 – 1952 рр. на цих родовищах проводив пошукові роботи Жуков Г. В., метою яких було встановлення можливого зв'язку уранових сполук із залізистих кварцитів. Найдавнішими породами автор вважає біотитові і амфіболові гнейси. Вищележачі породи залізорудної свити поділяються їм на три відділи.

Залізисті породи Жуков Г. В., як і Родіонов С. П., вважає приурочені до ядер синклінальних ізоклінальних складок. Залізисті кварцити внаслідок низького вмісту заліза визнані непромисловими.

З 1957 р. на площі листів L-37-УІІ-УІІІ проводив комплексну геологічну зйомку Кравченко Г. Л. Автор наводить докладний опис і стратиграфію осадових утворень, і петрографічну характеристику кристалічних порід Приазов'я.

У 1962 – 1966 рр. листи L-37-35-В-Г, L-37-37-А-Б, L-37-38-А зняті геологічною зйомкою масштабу 1:50 000 під керівництвом Цуканова В. А.

У складі фундаменту автори виділяють лозоватську і Корсак-шовкайську серії порід, що складають Лозоватський антиклінорій і Корсацький антиклінорій. Магматичні утворення поділяються на дев'ять інтрузивних фаз.

#### Геофізична вивченість

Перші геофізичні роботи на залізородних родовищах Західного Приазов'я були розпочаті в 1926 р. Пуртовим А. С. і тривали до 1929 р. Кузнецовим П. П., в результаті чого були оконтурені залізородні родовища Куксунгур, Корсак-Могила і Кам'яна Могила, виявлено ряд аномалій в районі с. Оріхова.

В 1948 р. Краснодарська геофізична контора провела наземну магнітну зйомку масштабу 1:200 000 (Курнишев А. Г.) на території аркушів L-36-47, 48, 36 (Східна половина), 59 і 60 з густотою один пункт на км<sup>2</sup>. Побудована по результатам зйомки карта  $\Delta Z$  досить схематична і відображає лише в загальних рисах характер магнітного поля знятої території.

У 1948 р. Винокуровим В. І. були складені карти ізогіпс покрівлі кристалічного фундаменту і карти опорів кристалічних порід по ділянці гори Кам'яна Могила. Відзначено наявність інтрузій, що зумовили розриви залізистих кварцитів.

В 1950 р. на ділянці родовища "Кам'яна Могила" була проведена зйомка комплексом наземних геофізичних методів в складі магніторозвідки по мережі (250 × 25 м) і варіометрії (250 × 50 і 25 м) і електророзвідки методом ВЕЗ по мережі 500 × 500 м (Климова К. В.).

По матеріалам магніторозвідки побудована карта ізодинам в масштабі 1:10 000, на якій виділені три смуги залізистих порід, дві з яких мають протяжність близько 18 км. Найбільш перспективною автори вважають східну смугу, так як вона відображається найбільш інтенсивними аномаліями магнітного поля (6 000 – 17 000 нТл).

За результатами варіометричної зйомки побудований план графіків і  $\Delta\Delta$ , на якому виявлені пласти щільних порід.

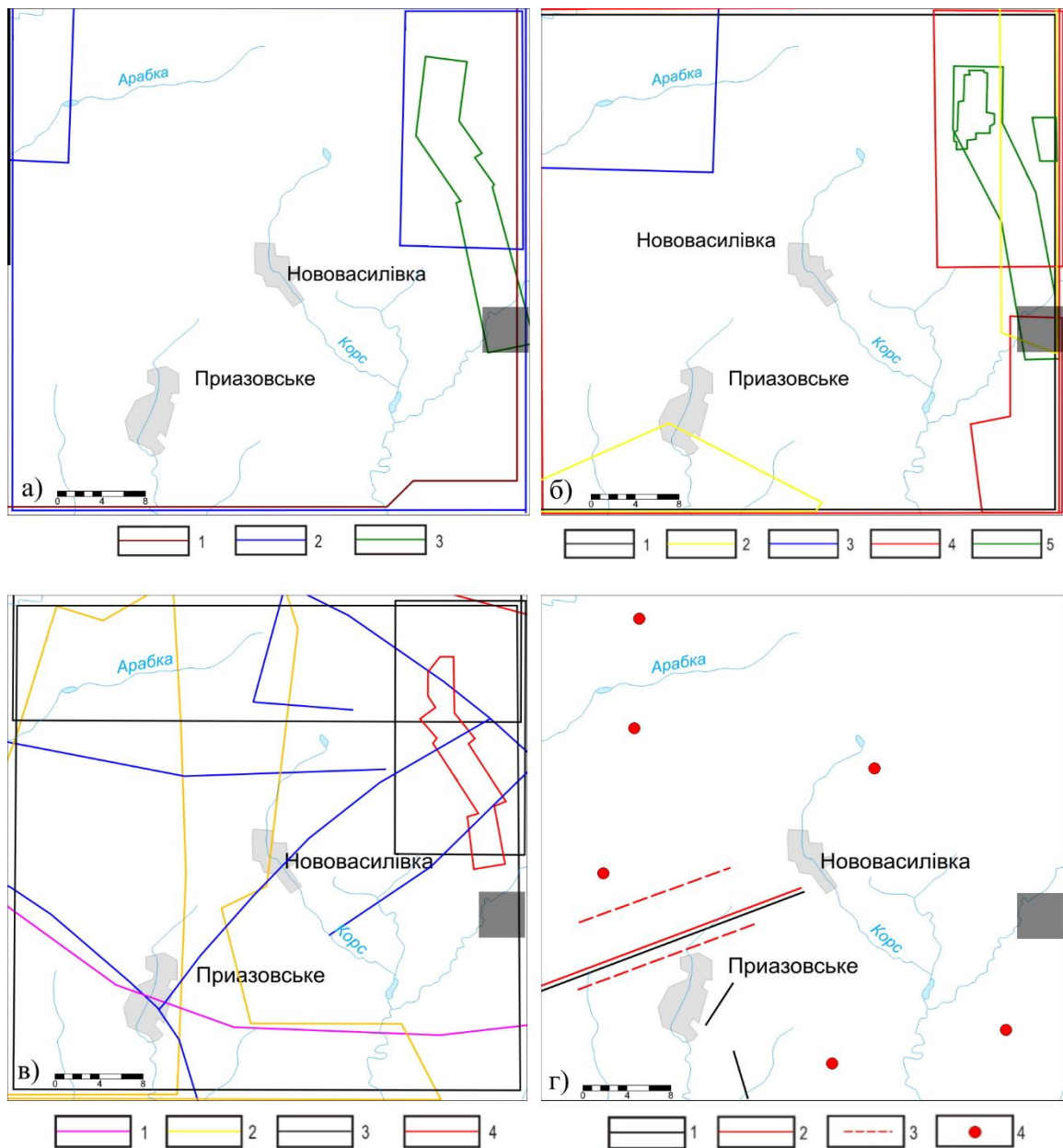


Рисунок 1.2 – Схеми вивченості ділянки дослідження (чорний квадрат)

а) гравіметричні зйомки:

1 – контури зйомок М 1: 200 000; 2 – контури зйомок М 1: 50 000; 3 – контури зйомок М 1: 10 000 і крупніші;

б) магнітометричні зйомки:

1 – контур аеромагнітної зйомки М 1:200 000; 2 – контури зйомок М 1: 100 000; 3 – контури зйомок М 1: 50 000; 4 – контури зйомок М 1: 25 000; 5 – контури зйомок М 1: 10 000;

в) електророзвідувальні зйомки:

1 – профілі ВЕЗ М 1:500 000; 2 – контури зйомки М 1:100 000; 3 – контури зйомки М 1: 50 000; 4 – контури зйомки М 1: 25 000; 5 – контури зйомки М 1: 10 000;

г) сейсморозвідувальні зйомки та магніотелуричні зондування:

1 – метод КМЗХ; 2 – поздовжні профілі КМЗХ; 3 – непоздовжні профілі КМЗХ; 4 – точки МТЗ;

У 1969 р. Соляром С. І. проводилася геологічна зйомка (гравіметричні роботи) в результаті якої на Причорноморській ділянці породи гнейсової серії розчленовані на окремі різниці, оконтурені інтрузивні утворення, зроблено припущення про наявність в південно-західній частині площі пластів залізистих кварцитів. Підтверджено наявність Куксунгурської і Корсацької синкліналей розділених антиклінальною складкою північно-західного простягання. На Куксунгурському родовищі оконтурені тіла залізистих кварцитів, розраховані параметри рудних тіл, підраховані параметри рудних тіл і прогнозні запаси залізних руд [4].

В 1970 – 1972 рр. проводились комплексні геофізичні роботи (Мартинів В. П.) масштабу 1:50 000. За результатами робіт було виявлено наявність зони зустрічі Причорноморської западини і Приазовського блоку, а також занурення фундаменту на південь. Також були виявлені тіла залізистих кварцитів, виявлені їх параметри, виявлені і простежені розривні порушення. Було встановлено, що амфібол-піроксен-магнетитові кварцити залягають серед меланократових біотитових гнейсів і простежуються у вигляді двох смуг на 22 км. Потужність кварцитів змінюється від декількох метрів до 30 – 40, іноді 80 м. Виявлено велику кількість розривних порушень і зокрема широтний регіональний розлом, який вказує на тектонічний характер зчленування Приазовського масиву та Причорноморської западини. Проведено літологічне розчленування порід фундаменту. Встановлено складно-блокову будову дослідженої площі. Дані перспективи на пошуки залізних руд.

Золотарьова Л. І. 1991 р. – за результатами геофізичних робіт складені карти масштабу 1:50 000: карти спостережених та трансформованих полів, карти рельєфу кристалічних порід, схема комплексної інтерпретації, геологічна карта і карта корисних копалин з елементами прогнозу. В якості висновку була запропонована наступна послідовність тектонічної діяльності:

- 1) Формування архейських метаморфічних, ультраметаморфічних інтрузивних утворень;

- 2) Закладення Західно-Приазовського глибинного розлому, що розділив Середньопридніпровський і Приазовський блоки, а також меридіональних розломів;
- 3) Формування нижньопротерозойських метаморфічних, ультраметаморфічних і інтрузивних утворень, а також лінійних брахіскладок і складок в прирозломному прогині;
- 4) Закладення Південного тектонічного поясу широтного простягання з глибинними інтрузивними тілами, а також впровадження з глибин гранітного масиву, що сформував кільцеву структуру в Приазовському блоці;
- 5) Закладення розломів північно-західного і північно-східного простягання;
- 6) Заповнення широтних розломів, що визначали глибину ложа осадового чохла в Причорноморській западині;
- 7) Багаторазові тектонічні підновлення всіх систем розломів протягом всієї геологічної історії району до теперішнього часу.

Нижче представлена таблиця каталогу геофізичної вивченості району Богданівської ділянки.

Таблиця 1.1 – Каталог геофізичної вивченості району Богданівської ділянки

Автор, рік проведення і назва звіту Організація, що виконувала роботи	Види робіт, точність зйомок, апаратура Масштаби звігних карт і їх перетини	Результати робіт
Клімова К.В., Бутенко П.Ф. 1950 р. Звіт про геофізичні роботи, виконаних на Приазовській групі магнітних аномалій в 1950 році. МГ СРСР Головне геофізичне управління УГЕ м. Київ	Електророзвідка ВЕЗ - площинна зйомка, $AV_{\max} - 150...200$ м, мережа $500 - 1000 \times 250 - 300$ м. Потенціометр ЕП-1. Точність робіт $\pm 5\%$ Обсяг робіт – 57 к.т.	Складена карта ізогіпс покрівлі кристалічних порід і карта опору кристалічної основи по ділянці Кам'яна Могила. Відмічено наявність інтрузій, які перетинають пласти залістих кварцитів
Соляр С.І. та ін., 1969 р. Звіт про результати комплексних геофізичних робіт, виконаних в Приморському геологічному районі Ногайською партією 284/69. МГ УРСР тр. «Дніпрогеофізрозвідка» Артемівська геофізична експедиція м. Артемівськ	Магніторозвідка Площинна зйомка по мережі $250 \times 50, 100 \times 20, 50 \times 10$ м; профільна зйомка кроком 50, 20, 10, 5 м. Опорна мережа розвинена цикловою методикою за схемою 1 – 2 – 1. Рядова зйомка виконана по однократній методиці ланками тривалістю 2 – 3 год. Магніметри М-18, М-23. Точність робіт: опорної мережі – $\pm 6,5$ нТл; рядової – $\pm 11,2$ нТл М 1:25 000 М 1:5 000	Оконтурені інтрузивні утворення, підтверджено наявність Куksунгурської та Корсакської синкліналей. На Куksунгурському залізорудному родовищі оконтурені тіла залістих кварцитів, розраховані параметри рудних тіл, підраховані прогнозні запаси залізних руд. Матеріали використані при складанні зведених магнітних і гравіметричних карт
Мартинов В.П. та ін., 1971 р. Звіт про комплексні геофізичні роботи на Кам'яно-Могильському залізорудному родовищі в Західному Приазов'ї (роботи Приморської геофізичної партії 284/71). МГ УРСР тр. «Дніпрогеофізрозвідка» Артемівська геофізична експедиція м. Артемівськ	Гравірозвідка Площинна зйомка по мережі $100 \times 100$ м, профільна зйомка кроком 50 м, 20 м. Опорна мережа розвинена цикловою методикою за схемою 1 – 2 – 1, рядові спостереження виконані однократною методикою з тривалістю рейсу 1,0 – 1,3 год. Точність робіт: опорної мережі – $\pm 0,2$ мГал; рядової – $\pm 0,3$ мГал.	Встановлено, що амфібол-піроксен-магнетитові кварцити залягають серед меланократових біотитових гнейсів та простежуються у виді двох смуг на 22 км. Потужність кварцитів змінюється від декількох метрів до 30 – 40 інколи 80 м. Виділено велика кількість розривних порушень північно-східного напрямку.

Автор, рік проведення і назва звіту Організація, що виконувала роботи	Види робіт, точність зйомок, апаратура Масштаби звітних карт і їх перетини	Результати робіт
	Гравіметри ГР/К2 М 1:10 000 Перетин ізоліній 0,1 мГал Магнігорозвідка Площинна зйомка по мережі 50 × 10 і 50 × 20м; профільна зйомка кроком 50 і 10 м. Опорна мережа розвинена цикловою методи- кою за схемою 1 – 2 – 1, рядові спостереження виконані однократною методикою з утворен- ням замкнутих полігонів з тривалістю рейсу 2,0 – 2,5 год. Магніметри М-23, М-27 Точність робіт: опорної мережі – ±3,5 нТл; ря- дової – ±7,8 нТл М 1: 25 000, 1:10 000	Матеріали використані при складанні зве- дених магнітних і гравіметричних карт
Мартинов В.П. та ін., 1972 р. Звіт про результати комплексних геофізич- них робіт, проведених на території Західно- Приазовської групи залізрудних родовищ (роботи Орловської геофізичної партії 285/72). МГ УРСР тр. «Дніпрогеофізика» Артемівська геофізична експедиція м. Артемівськ	Гравірозвідка Площинна зйомка по мережі 500 × 250 м, про- фільна зйомка кроком 250 м та 50 м. Гравіметри ГР/К2 Точність робіт – ±7,2 мГал М 1:50 000 Перетин ізоліній 0,25 мГал Магнігорозвідка Площинна зйомка по мережі 250 × 50 м, профі- льна зйомка кроком 50, 20 і 10 м. Опорна мережа розвинена цикловою методи- кою за схемою 1 – 2 – 1, рядові спостереження виконані однократною методикою. Магніметри М-27 Точність робіт: опорної мережі – ±2,7 нТл; ря- дової – ±7,8 нТл	Виділені ділянки розповсюдження біотито- вих, амфібол-біотитових мігматитів, пірок- сен-амфіболових гнейсів, гранодіоритів, гранітів, залістистих кварцитів. Матеріали використані при складанні зве- дених магнітних і гравіметричних карт

Автор, рік проведення і назва звіту Організація, що виконувала роботи	Види робіт, точність зйомок, апаратура Масштаби звітних карт і їх перетини	Результати робіт
<p>Коломиєць Г.К. та ін., 1976 р. Звіт про випереджальні геофізичні роботи за Приазовською системою зрошення (листи L - 36-36-B-в, г; Г-в, г; L - 36-48-A-а, б ...) за 1976 р. Тр. «Дніпрогеофізика» Придніпровська геофізична експедиція</p>	<p>М 1:25 000</p> <p>Електророзвідка Метод ВЕЗ-ВП, <math>AB_{\max} = 220 - 450</math> м, MN – АВ. Щільність вимірювань – 1 ф.т. на 2 км<sup>2</sup>. На площі 240 км<sup>2</sup> продовження ВЕЗ-ВП в варіанті ВЕЗ до <math>AB_{\max} = 1500</math> м. Точність робіт <math>\rho_k \pm 2,2</math> %, <math>A_k = \pm 5,2</math> %.</p>	<p>Визначена можливість проведення зрошення земель на півночі Причорноморської западини. По східній частині площі складені карти ізогіпс покрівлі опірною горизонту і ізопакіт пухких відкладень М 1: 50 000. Матеріали використані при складанні карти ізогіпс поверхні кристалічного фундаменту</p>
<p>Золотарьова Л.І., 1991 р. Результати підготовки геофізичної основи під ГГК-50 в Мелітопольському районі (планшети L-36-48-A, Б, В, Г). Звіт по титулу 228/89 за 1989-91 рр. ЦГЕ м. Дніпропетровськ</p>	<p>Гравірозвідка Мережа 400 × 200 м. Точність робіт – <math>\pm 0,021</math> мГал. Гравіметри ГНУ-К2 М 1:50 000 Перетин ізоаномал 0,25 мГал Магніторозвідка Аеромагнітна зйомка М 1:25 000, Н = 200 м E = <math>\pm 2,43</math> нТл Станція ЯМП-3 «Поиск-М» – точність прив'язки <math>\pm 14</math> м Електророзвідка Електророзвідка ВЕЗ-ВП профільна (335 км) кроком 750 – 1000 м, ЧЕЗ-ВП (98,5 км) кроком 500 м. Апаратура ВП-62, МЕРС-16. ЕРС-67, ЕВП-203 М 1:50 000</p>	<p>Складені карти М 1:50 000: карти спостережених та трансформованих полів, карти рельєфу кристалічних порід, схема комплексної інтерпретації, геологічна карта і карта корисних копалин з елементами прогнозу. Матеріали використані при складанні зведених магнітних і гравіметричних карт, карти ізогіпс поверхні кристалічного фундаменту</p>



### 1.3 Геологічна будова району і ділянки робіт

Ділянка робіт розташовується в зоні зчленування Приазовського блоку і Причорноморської западини. Межі їх, як меридіональна, так і широтна, мають тектонічну природу. Трохи вони відрізняються один від одного і глибинами, що перекриває кристалічний фундамент осадового чохла. Така позиція ділянки робіт з одного боку обумовлює дуже складну його будову, з іншого ж збільшує перспективність на виявлення КК. Необхідність детального вивчення району геофізичними методами визначалася наявністю в його межах і на суміжних площах численних рудопроявів таких КК як залізо, марганець, буре вугілля, горючий газ, каолін, мінеральні води, будівельні матеріали, а підставою для постановки геофізичних зйомок послужила достатня ступінь диференціації гірських порід району за фізичними властивостями [7].

В межах Приазовського блоку розвинені архей-протерозойські метаморфічні і ультраметаморфічні утворення центрально-приазовської серії санкінської світи.

Інтрузивні породи представлені ультрабазитами, апліт-пегматоїдними гранітами і пегматитами.

Зчленування УЩ з Причорноморською западиною відбувається по широтному Північно-Таврійському скиданню, субмеридіональному Азово-Павлоградському підкиданню і Бердянсько-Кальміусовському широтному скиданню.

Серед порід кристалічного фундаменту виділяються архейські і протерозойські утворення.

У східній частині району робіт на території Приазовського блоку розвинені тільки протерозойські утворення, що складають Корсацький синклінорій, ускладнений антиклінальною і синклінальною структурою. Вінчають розрив гнейси сачкінської світи, що залягають на описаних вище породах з кутовою незгодою.

Тектонічна межа між УЩ і Причорноморською западиною спостерігається тільки по субмеридіональній зоні, що розділяє блоки.

Широтна межа визначається поступовим зануренням щита.

За результатами буріння була встановлена кільцева структура і пов'язані з нею лінеamenti. У центрі цієї структури пробурена одна з інтерпретаційних свердловин. Інші чотири інтерпретаційні свердловини пробурені в межах розрахункового профілю на території листів L-36-48-B і Г [12].

### 1.3.1 Стратиграфія

#### Архей

Архейські утворення представлені біотитовими і амфібол-біотитовими гнейсами, амфіболітами, ультрабазитами і породами залізорудної свити. Разом з мігматитами вони зібрані в круті складки північно-західного напрямку.

Залізорудна свита Кам'яної Могили складає дві паралельні переривчасті смуги північ-північно-західного напрямку які простежуються на відстані 16 км. Ширина смуг 100 – 300 м, а відстань між ними 500 – 700 м.

У структурному відношенні смуги являють собою серії наступних один за одним вузьких синклінальних складок, антиклінальний перегин між якими знищений ерозією. Залізорудна свита залягає серед мігматитів, представлена вона нижнім і середнім відділами. Нижній відділ складний безрудними кварцитами з прошарками біотито-піроксенових і амфіболо-біотито-піроксенових силікатних кварцитів. Загальна глибина його 25 – 90 м.

Середній відділ (верхня частина залізорудної свити) представлений залізистими кварцитами і амфібол-біотитовими гнейсами загальною глибиною до 65 м. Гнейси залягають приблизно з середньої частини розрізу, глибина їх 1 – 25 м.

Архей – нижній протерозой

Кіровоградсько-житомирський комплекс

Переважає частина площі робіт складена мігматитами Кіровоградсько-житомирського комплексу. Серед них зустрічаються пластові поклади серед-

ньюзернистих сірих гранітів, гранітів аплітопегматоїдних і пегматоїдних, пегматитів, аплітів. Потужність їх рідко досягає декількох метрів. Мігматити підрозділяються на біотитові і роговообманково-біотитові, плагіоклазові і мікроклінові.

#### Нерозчленований палеозой – мезозой

Сюди відносяться рідко зустрічні дайки діабазів потужністю до 10 м. По відношенню до вміщуючих порід вони займають січне положення. Простягання дайок північно-східне, падіння вертикальне.

#### Кайнозой

Кайнозойські осадові утворення мають поширення на південь від с. Прудентово. Представлені вони відкладами коїкського горизонту тортонського ярусу ( $N_{1t}$ ), нижнього і середнього підярусу Сарматського ( $N_{1s}$ ), кіммерійського ( $N_{2k}$ ) і Куяльницького ( $N_{2kl}$ ) ярусів.

Коїкський горизонт потужністю 5 – 7 м складний глинами і пісками, сармат-глинами, пісками і вапняками.

Кіммерійський ярус лежить на розмитій поверхні сарматського і без перерви перекривається Куяльницьким. До складу кіммерійського ярусу входять глини, алевроліти, піски, залізисті пісковики і оолітові залізні руди. Потужність його досягає 50 м.

Куяльницький ярус представлений глинами і пісками загальною потужністю до 30 м.

Нерозчленовані неогенові і четвертинні відклади, в складі яких переважають червоно-бурі глини, мають потужність 5 – 10 м.

#### Четвертинні відклади

Четвертинні відклади розвинуті на всій звітній площі. Вони плащеподібно покривають всю територію. Потужність відкладів на вододілах складає 20 – 30 м, в руслових частинах рік і балок, а також на схилах потужність зменшується до декількох метрів. Вони представлені у вигляді жовто-бурих суглинків [9].

### 1.3.2 Магматизм

У Західному Приазов'ї Цуканов В. А. виділяє дев'ять інтрузивних фаз, що впроваджуються в наступній послідовності:

- 1) Ультрабазити;
- 2) Комплекс дрібнозернистих метаморфизованих основних і середніх порід (метабазити);
- 3) Комплекс середньо- і грубозернистих гранітоїдів;
- 4) Мікродіорити;
- 5) Ортитові граніти;
- 6) Жильні граніти і пегматити;
- 7) Жильні ультрабазити;
- 8) Аплітоїдні граніти;
- 9) Діабази.

Вісім перших інтрузивних фаз охоплюють єдиний магматичний цикл.

Магматичні породи в більшості випадків в тій чи іншій мірі метаморфизовані.

Ультрабазити залягають згідно з породами що вміщують у вигляді лінз глибиною до декількох десятків метрів.

Метабазити поширені повсюдно. До них відносяться амфіболіти, габро-амфіболіти, амфіболові гнейси і сланці. Пластоподібні тіла цих порід по глибині досягають декількох сотень метрів.

Третя інтрузивна фаза представлена діоритами, габро-діоритами, тоналітами, що утворюють порівняно великі масиви, приурочені найчастіше до ядерних частин антиклінальних складок.

Мікродіорити (діоритового і гранодіоритового складу) утворюють малопотужні жильні тіла.

Жильні граніти, аплітоїдні граніти і пегматити поширені повсюдно. Потужність жил досягає декількох десятків метрів.

Жильні ультрабазити встановлені Цукановим В. А. у вигляді дайок глибиною від декількох десятків сантиметрів до перших метрів.

Діабазиди зустрічаються досить часто. Вони утворюють дайки глибиною до 20 – 30 м. Сюди крім власне діабазидів відносяться також габро-діабазиди і діабазові порфірити [4].

### 1.3.3 Тектоніка

Площа робіт включає в себе відкриту частину Приазовського масиву і область занурення його в сторону Причорноморської западини, яка, за даними попередників, зчленовується з масивом по системі субширотних розломів. Найбільш північний з них проходить по лінії Нововасилівка – Прудентово. Він обмежує поширення на північ відкладень кіммерійського і куяльницького ярусів. Поверхня докембрію на південь від розлому опущена на 40 м. У цілому на аркуші L-36-XII панують субширотна і субмеридіональна системи розломів.

Складчаста тектоніка району вивчена слабо. Безпосередньо на родовищі Кам'яна Могила породи мають субмеридіональне простягання при крутому ( $70-85^\circ$ ) падінні на захід. Жуков Г. В. вважає рудні тіла коріннями синклінальних складок, розташованих на крилах великої антикліналі, зведена частина якої знищена ерозією. Розломи орієнтовані, в основному, в північно-західному і північно-східному напрямках, рідше в субширотному і субмеридіональному. Всього на ділянці виділено близько 30 великих порушень. Багато з розломів мають характер зрушень від декількох десятків до декількох сотень метрів.

*Кам'яномогильська синкліналь* розташована в межах аркушу L-36-48-В, південне її закінчення простежується у північно-східному куті аркуша L-36-48-Г. Структура має форму ізоклінальної складки, витягнутої у північно-західному напрямку на 19 км. Розмір крил складає 400 – 1 200 м. Падіння крил круте східне або субвертикальне. Синкліналь носить успадкований характер – приурочена до однойменної структури палеоархейського віку.

Кам'яномогильська синкліналь найбільш повно вивчена геологічними роботами. Вона упевнено картується у спостережених і трансформованих гравімагнітних полях. Середньозважена щільність залізисто-кремністих порід дем'янівської світи, що утворюють цю структуру, складає  $3,05 \text{ г/см}^3$ , а середньозважена намагніченість –  $34\,821 \times 4\pi \times 10^{-6}$  од. СІ. Складена вона досить

строкатим набором порід як за складом, так і за їх петрофізичними параметрами. Інтенсивність магнітних аномалій  $\Delta T_a$  над нею коливається від 1 500 до 6 000 нТл і залежить від потужності пластів піроксен-магнетитових, піроксен-амфібол-магнетитових, амфібол-магнетитових кварцитів. Вони разом з щільними амфіболітами і гнейсами палеоархейського ярусу утворюють інтенсивні залишкові гравітаційні аномалії  $\Delta g_{\text{зал.}}$  ( $H = 2,0$  км) над синкліналлю. Їх амплітуда в залежності від складу порід і потужності структури коливається від 1,8 до 3,5 мГал. Її вертикальна потужність, при розрахунковій щільності  $2,82$  г/см<sup>3</sup>, складає близько  $4,0 - 4,5$  км.

*Куксунгурська брахісинкліналь* розташована на східній рамці аркуша L-36-48-Б і представляє собою гостру синклінальну складку дугоподібної форми, протяжністю до 8 км, відкриту на північний захід. На відміну від вищеписаних структур для неї характерне різке неузгоджене налягання на палеоархейському ярусі. Шарнір складки занурюється на північ-північний-схід під кутами  $50 - 70^\circ$ . Її осьова поверхня має північно-східне простягання і північний нахил.

На площі досліджень складка представлена своєю західною частиною. Складена вона глибокометаморфізованими породами дем'янівської світи. Наявність в її розрізі високомагнітних і максимальномагнітних порід ( $\alpha_{\text{сер.}}$  від  $3\ 332$  у амфіболітів до  $105\ 291 \times 4\pi \times 10^{-6}$  од. СІ – у піроксен-магнетитових, амфібол-магнетитових кварцитів) обумовлює аномалії інтенсивністю від 2 500 до 5 000 нТл. Аномалія з амплітудою 2,5 мГал в залишковому гравітаційному полі, зміщена на північ від структури, яка описується. Це свідчить про загальне північно-західне занурення Куксунгурської синкліналі. Необхідно відмітити, що західне замикання (структури), складене переважно залізистими кварцитами, які мають високу щільність ( $\sigma_{\text{сер.}} = 3,43$  г/см<sup>3</sup>), при цьому слабо проявлене в  $\Delta g_{\text{зал.}}$ , що обумовлено вертикальною глибиною.

Кам'яномогильська, Куксунгурська і Корсацька, що розташовані на схід від дослідженої площі, структури утворюють Куксунгурський залізородний вузол, що вміщує п'ять родовищ залізистих кварцитів [10].

### 1.3.4 Корисні копалини

В районі робіт відомі родовища і прояви різноманітних корисних копалин: горючих газів, заліза, марганцю, благородних металів, титану, циркону, бурого вугілля, каоліну, мінеральних вод, кам'яних будівельних матеріалів, цегельно-черепичної сировини.

#### Горючі корисні копалини

Природний газ. На південь від с. Нововасилівка розташоване Приазовське родовище газу, приурочене до кіммерійських пісків і сарматським глинам з тонкими прошарками піску. Виділяється чотири газоносних горизонту, основний з них третій (сарматський). Глибина залягання не більше 100 м, тиск до 10 атм, дебіт 500 – 1500 м<sup>3</sup>/добу.

Буре вугілля. У Молочанському грабені, на північ від Великого Токмака, в київських і бучанських відкладах на глибинах від 66 до 142 м виявлені прояви бурого вугілля, потужність пластів від 0,3 до 8,2 м.

Вугілля високої зольності, сильно піщанисте.

#### Метали

Піроксено- і амфібол-магнетитові руди відомі на родовищах Кам'яна Могила, Куксунгур і Корсак Могила із середнім вмістом заліза (Жуков Г. В.) 24 %, 30 – 40 % і 25 % відповідно.

Прояви азбесту в тілах ультрабазитів відзначені по річках Корсак і Шовкай. Мінералізація приурочена до окремих прожилок або утворює сноповідні агрегати в змінених ультраосновних породах.

Рудопрояви вермикуліту приурочені до кори вивітрювання біотитових гнейсів, мігматитів в районі тіл залізистих кварцитів на родовищі Корсак-Могила. Зміст гідробіотита досягає 60 – 90 %.

Залізо. Залізні руди пов'язані з метаморфічними докембрійськими породами і осадовими відкладами кіммерійського ярусу.

Магнетитові руди відомі на родовищі Кам'яна Могила. Вміст розчинного заліза в них в середньому 24 %. За даними Родіонова С. П. запаси заліза на родовищі до глибини 100 м складають понад 80 млн т.

Лімонітові руди. До кіммерійських відкладів приурочено Приазовське родовище лімонітових руд. Межі розташування їх: на півдні – берег Азовського моря, на півночі по лінії Новгородовка – Мелітополь – Нововасилівка – Прудентово. Відомо три пласта залізних руд, розділених глинами і алевролітами. Потужність першого пласта 0,2 – 1,5 м, другого – 1...3 м, третього – до 15 м. Глибина залягання третього слою змінюється від 15 – 25 м на півночі до 50 – 75 м на півдні.

Вміст заліза від 3,5 до 31,8 %,  $P_2O_5$  – 0,09...2,07 %.

Марганець. У 1952 – 1957 рр. розвідано найбільше Більше-Токмацьке родовище карбонатних марганцевих руд, приурочених до низів майкопської серії і які залягають на глибинах від 40 до 130 м. Потужність рудного пласта досягає 2,9 м.

Середній склад руд: Mn – 24,23 %,  $P_2O_5$  – 0,17 %,  $O_2$  – 19,3 %, CaO – 9,1 %.

Титан. В районі с. Червоногірки-Очеретуватого, на південь від с. Очеретуватого, в с. Іванівка в сарматських і тортонських відкладах встановлено піски з підвищеним вмістом ільменіту, рутилу і циркону. Глибина залягання 30 – 50 м. Вихід рудного концентрату 5 – 11 кг/т.

#### Куксунгурське рудне поле

Куксунгурське рудне поле розміщене на схід від дослідженого району і тільки двома рудними покладами, Західним і Проміжним Куксунгурського родовища, заходить в межі площі робіт в районі с. Новоспаське на аркуші L-36-48-Б. В його межах виявлено два родовища: Куксунгурське і Корсацьке. Останнє розміщене в 10 км південно-східніше першого. Родовища представляють собою однойменні накладені брахісинклінальні складки, розміри яких за довгою віссю не перевищують 4 км.

Найбільш вивченим, як і більш перспективним, являється Куксунгурське родовище. На Корсацькому родовищі проведені пошуки і попередня розвідка Східного блоку.



## Куксунгурське родовище

Куксунгурське родовище магнетитових руд розташоване на території Приазовського району Запорізької області в 30 км на північний схід від північно-східної окраїни смт. Приазовське, в 55 км на північний-захід від м. Бердянськ, в 1 км південніше сс. Новоспаське і Мар'янівка (Шавкай) на східній рамці території аркуша L-36-48-Б.

Перша геологічна карта родовища була складена П'ятницьким П. Н. в 1898 р. Пізніше його вивченням займались Дубова В. С. (1929), Сагайдак І. Г. (1930 – 1937), Лучицький В. І. (1930), Родіонов . П. (1938), Доморацький Н. А. (1940), Семененко М. П., Половинкіна О. І.

В 1950 – 1952 рр. пошуково-розвідувальні роботи на родовищі проводились партією № 19 Кіровської експедиції під керівництвом Жукова Г. В. За результатами робіт, що проводились з застосуванням шурфів, канав і бурових виробіток ними вперше були підраховані запаси залізної руди за категоріями  $C_1+C_2$ , які склали 65 млн тон з вмістом заліза валового 35,7 %.

Пошуково-оціночні роботи на родовищі розпочаті в 1969 р., закінчені в 1972 р. Пробурено 47 свердловин обсягом 16 840 пог. м.

Попередня розвідка родовищ виконана в 1972 – 1974 рр. Пробурено 46 свердловин, 17 122 пог. м. Виконані роботи доказали промислову цінність родовища і обґрунтування проведення подальших детальних робіт.

Детальна розвідка і підрахунок запасів за категоріями В і С закінчені в 1979 р. Пошуково-розвідувальні роботи виконані Кривоносом В. П.

За геолого-геофізичними даними родовище являє собою гостру лінійну синклінальну складку дугоподібної форми, протяжністю 8 км, відкриту на північний-захід. На західному замиканні складка ізоклінальна, перевернута на північний-схід, характеризується асиметричною будовою. Її осьова площина має північно-східне простягання і північне падіння під кутами 60 – 70°. Шарнір занурюється на північ-північний-схід під кутами 50 – 70°. Далі на схід простягання синкліналі міняється на субширотне, а падіння крил з крутого (під кутами 60 – 70°) північного до вертикального в центральній частині і крутого

південного ( $70^\circ$ ) в східній частині родовища. Потім обидва крила структури різко згинаються і протягуються в меридіональному напрямку, круто падаючи на захід під кутами  $75 - 85^\circ$ . Протяжність синкліналі з заходу на схід 4 км, з півдня на північ – 8 км.

Родовище складене глибокометаморфізованими породами дем'янівської світи центральноприазовської серії розділеними на дві пачки: рудну і нерудну. Перша за будовою неоднорідна. В західній частині (ділянки Західна і Проміжна) вона представлена закономірним перешаруванням рудних, малорудних і безрудних кварцитів, карбонатних порід, рідше біотитових, гранат-біотитових і графіт-біотитових гнейсів. В східній частині – рудні кварцити перешаровуються з біотит-амфіболовими, амфібол-біотитовими кристалічними сланцями і гнейсами, серед яких часто зустрічаються лінзи гранат-піроксенових, піроксенових і амфібол-магнетит-піроксенових кварцитів, біотитових і гранат-біотитових гнейсів. Потужність нижньої пачки коливається від 10 до 255 м, рудних прошарків – 10...30 м, безрудних – 0,5...25 м.

Повсюдно на породах залізорудної пачки з стратиграфічним неузгодженням залягає пачка гранат-біотитових гнейсів, що характеризується досить неоднорідним складом і представлена ритмічно повторюваними верствами різних за складом і зернистістю гнейсів. Потужність ритмів коливається від 0,5 до 25 м. В ритмах в основному переважає крупнокристалічна частина. Потужність пачки коливається від 80 м в північній частині Меридіональної ділянки до 250 – 320 м в центральній частині родовища.

Докембрійські утворення прорвані жилами плагіогранітів шевченківського комплексу неоархею і апліт-пегматоїдних гранітів анадольського комплексу нижнього палеопротерозою. Під впливом ультраметаморфізму гнейси надрудної пачки часто перетворені в мігматити шевченківського комплексу. Вся площа родовища, за винятком г. Куксунгур, де на поверхні відслонюються докембрійські утворення, перекрита плейстоценовими відкладами, представленими пісками, зеленувато-сірими глинами і червоно-бурими і коричневатобурими суглинками потужністю до 33 м.

В межах родовища виділяються чотири ділянки, які відрізняються умовами залягання, внутрішньою будовою і потужністю рудних покладів: Західна, Проміжна, Центральна і Меридіональна. Три з них за своїми параметрами відповідають промисловим вимогам. В межах дослідженої території розміщена Західна ділянка і західна частина Проміжної.

Поклад Західної ділянки являється відособленим рудним тілом овальної форми, головні запаси якого сконцентровані в ядрі синкліналі, де нормальна потужність її здвоєна і коливається від 70 до 155 м, середня – 89 м. На крилах складки залізорудна пачка або виклинюється (північно-західне крило) або має мінімальну потужність – 6 м і складена, в основному, безрудними силікатними кварцитами. Протяжність її на поверхні – 420 м, на глибині 500 – 180 м. По падінню рудний поклад простежений на 500 м.

На Проміжній ділянці виділяються три рудні поклади, розділені пластами карбонат- і графітвміщуючих порід, потужністю від 8 до 70 м. Падіння рудних покладів північне під кутами 60 – 80°, протяжність 800 м. Максимальна потужність рудних покладів по свердловинах досягає 40 м в центральній частині. В східному і західному напрямках рудні поклади виклинюються. Поклад вивчений до глибини 600 м. За своїми параметрами поклад віднесений до категорії непромислових.

На Центральній ділянці знаходиться найбільш цінний в промисловому відношенні поклад, приурочений до південного і південно-східного крил синкліналі. Він представляє собою витягнуте на 1 580 м в субширотному напрямку пластове тіло, що має в поперечному перетині вид трапеції, в якій менша основа передбачається зверху. Падіння північ-північний-захід під кутами 65 – 82°. Потужність коливається від 11 м зверху до 240 м на глибині 600 м, середня 95 м.

На Меридіональній ділянці рудний поклад простежений на 1 400 м. Він приурочений до східного крила синклінальної структури. Падіння стійке західне. Потужність покладу поступово зменшується від 95 м в південній частині

до 18 м на півночі. Середня – 52 м. На глибину поклад простежений до 550 м, нижче за геофізичними даними він простежується до глибини 1,6 км.

Залізні руди родовища представляють собою метаморфічні гірські породи переважно піроксен-амфібол-кварц-магнетитового складу, тонко-смугастої текстури, дрібно-середньозернистої гіпідіобластової структури. Підлеглим розповсюдженням користуються магнетитові кварцити, що вміщують гранат і характеризуються перевагою піроксену.

Найбільшим розповсюдженням користуються амфібол-магнетитові кварцити. Амфібол представлений роговою обманкою і кумінгтонітом. Піроксен-амфібол-магнетитові кварцити утворюють не часті малопотужні прошарки серед амфібол-магнетитових. Вміст магнетиту в кварцитах складає 25 – 45 %. Вміст заліза загального від 17 до 40,99 %, в середньому – 30,7 %, заліза магнетитового – 25,41 %, заліза розчинного – 29,7 %.

Згідно з дослідженнями інститутів «Кривбаспроект», «Механобрчермет» руди родовища характеризуються унікальними технологічними властивостями, із яких за простою схемою (збагачення в 2 – 3 стадії) отримується високоякісний концентрат з вмістом заліза 69 – 71 %, придатний в доменній і електрометалургійній переробці, виробництві металізованих обкатишів.

Промислові запаси залізистих кварцитів Куксунгурського родовища, затверджені ГКЗ в 1980 р. складають: неоксидовані за категоріями В+С<sub>1</sub> – 243,5 млн т, С<sub>2</sub> – 1,8 млн т; оксидовані за категоріями С<sub>1</sub> – 11,7 млн т, С<sub>2</sub> – 7,3 млн т; забалансові за категоріями С<sub>1</sub> – 75,0 млн т, С<sub>2</sub> – 64,2 млн т; прогнозні – 43 млн т., що відповідає середньому родовищу.

Одночасно затверджені запаси скального розкриву в об'ємі 300 млн т породи, придатної для виробництва щебню марок 600 – 1 200 та піску.

Гідрогеологічні та інженерно-геологічні умови родовища сприятливі для відкритої розробки.

Окрім залізорудної спеціалізації, Куксунгурське рудне поле характеризується і золоторудною мінералізацією, не зовсім зрозумілого генезису.

Так, при пошуково-розвідувальних роботах на Куксунгурському родовищі в свердловині 70 (безпосередньо на схід від східної рамки планшету L-36-48-Б) на глибині 313,2 м в залістому кварциті встановлене золото – 0,228 г/т. В свердловині 203 в інтервалі 199,0 – 204,0 м в гранат-біотитовому гнейсі вміст золота досягає 1 г/т.

Ще далі на схід, в межах Корсацького родовища, золото в кількості 0,003 – 0,05 г/т виявлено в свердловинах 2 і 15.

Загальні запаси залізних руд Куксунгурського вузла складають 2 595,1 млн т, в т. ч. балансові 500,0 млн т.

Хороша якість руд, легка збагачуваність, прості гірничо-геологічні умови, близькість до великих металургічних комбінатів південно-східної України роблять родовища Куксунгурського рудного вузла повноцінним резервом сировинної бази чорної металургії.

#### Благородні метали

Благородні метали, виявлені в межах Куксунгурського рудного вузла, представлені геохімічними аномаліями і рудопроявами золота й срібла. Їхні прояви зафіксовані як у корінному заляганні, так й у розсипному. Золоторудна мінералізація, пов'язана з докембрійськими утвореннями, встановлена в межах Сергіївського (на вивченій площі), Куксунгурського й Корсацького (на схід від району робіт) залізорудних родовищ. Срібна – виявлена тільки в межах Корсацького родовища. Розсипний прояв золота виявлений у центральній частині аркуша L-36-48-Г.

#### Неметалічні корисні копалини

Пегматити керамічні. Пегматити відомі в с. Остриківка. Промислового значення вони не мають через малу глибину слою. Для фарфоро-фаянсового виробництва вони не придатні через великий вміст кварцу і забруднення біотитом.

Будівельні матеріали. В якості будівельних матеріалів можуть бути використані цегляно-черепичні глини і піски. Кислі вивержені породи і їх мігматити розробляються кар'єрами.

### Сировина цегельно-черепична

*Нововасилівське* родовище глин розташоване в 2 км на північ від с. Нововасилівка Приазовського району Запорізької області. Розвідане в 1966 р. Республіканською конторою геологорозвідувальних робіт і технічної підтримки в будівництві МСХ України. Запаси корисних копалин на 01.01.1988 рік складають 259 тис. м<sup>3</sup>. Запаси затверджені УТКЗ (протокол № 2 512 від 21.09.1967 р.). Родовище розробляється Новоасилівським цегельним заводом Приморської МПМК продуктивністю 8 млн штук цегли.

Родовище експлуатується Новоасилівським цегельним заводом, який випускає трьохдіркову цеглу. Склад заводської шихти (%): глина жовто-бура – 90; шамот – 10; тирса – 5 (понад 100 %); вугілля – 3 (понад 100); жужелиця – 1 (понад 100). Формовка здійснюється стрічковим пресом СМ-294. Сушка проводиться в тунельній сушильні за принципом протivotоку протягом 48 годин. Випал цегли проходить в тунельній печі при температурі 1050 °С.

На базі цього ж родовища працює цех аглопориту Приазовського МК СМУ. Цех випускає аглопорит трьох фракцій: 20 – 40 мм, 10 – 20 мм і 5 – 10 мм. Склад шихти: на один м<sup>3</sup> глини добавляється 100 кг вугілля і 6,15 кг тирси. Об'ємна вага аглопориту складає 400 – 630 кг/м<sup>3</sup>. Аглопорит використовується для утеплення залізобетонних перекриттів.

При загальному річному видобутку сировини в кількості 25 тис. м<sup>3</sup> обидва підприємства забезпечені сировиною на 10 років. Подальший приріст запасів можливий за рахунок дорозвідки площі, що примикає з півдня до родовища.

#### 1.4 Аналіз фізичних властивостей гірських порід району робіт

За даними буріння і опису оголень в районі робіт найбільш широко розвинені породи гранітоїдного комплексу і метаморфічні утворення, обмежене поширення мають основні і ультраосновні породи, найчастіше дайкового комплексу.

Група гранітоїдних порід представлена плагіомігматитами біотитовими, гранат-біотитовими, амфібол-біотитовими, плагіогранітами, гранітами і мігматитами біотитовими, мікрокліновими апліт-пегматоїдними гранітами і пегматитами.

Широко розвинені на площі робіт процеси метаморфізму, особливо на Приазовському блоці; виділити певні їх різновиди немає можливості.

Фізичні властивості порід граніто-мігматитового комплексу у верхній частині розрізу, на глибину приблизно до 200 м, часто значно спотворені внаслідок впливу процесів вивітрювання.

Граніти дуже різноманітні по петрографічному складу і представлені досить великими вибірками. Приблизно 30 % вибірок володіє підвищеними магнітними властивостями ( $\chi \approx 770$ ,  $J_z \approx 70 \times 10^{-6}$  од. СІ). Щільність магнітних різновидів злегка підвищена в порівнянні з немагнітними: у перших – 2,64, у других 2,59 – 2,61 г/см<sup>3</sup>.

Найбільш низькі показники магнітності і щільності мають плагіограніти. Плагіомігматити біотитового складу, які користуються великим поширенням, в більшості випадків мають середню щільність і магнітність.

Серед біотитових мігматитів Приазовського комплексу зустрічаються як магнітні ( $\chi_{\text{сер.}} = 824$ ,  $J_{\text{сер.}} = 150 \times 10^{-6}$  од. СІ), так і немагнітні різновиди. За щільністю вони ідентичні, тобто ці мігматити можуть зустрічатися в середньо, слабоінтенсивних і нормальних магнітних полях. Амфібол-біотитові різновиди мігматитів відзначаються кілька вищою магнітністю і щільністю.

В цілому в цій групі гранітоїдів фізичні властивості порід залежать від співвідношення кількості субстрату в породі і її структурних особливостей. Тому магнітність і щільність окремих різновидів плагіомігматитів коливається в дуже широких межах і надійний поділ їх за магнітними властивостями буває неможливим.

Серед метаморфічних утворень району можна виділити товщі плагіоклаз-біотитових, графітвміщуючих, плагіоклаз-біотитових, плагіоклаз-амфіболових гнейсів, амфіболітів, залізистих порід. Піроксенові гнейси мають на досліджуваній території обмежений розвиток.

В цілому гнейси володіють підвищеною щодо гранітоїдів щільністю і вищою магнітністю, але розділити їх один від одного за допомогою фізичних характеристик неможливо, оскільки фізичні параметри окремих різновидів перекривають один одного.

Архейські біотитові гнейси і плагіогнейси, в основному, немагнітні породи з щільністю 2,60 – 2,65. Ділянкам поширення цих порід повинні відповідати нормальні гравітаційні і магнітні поля з рідкісними магнітними аномаліями. Амфібол-біотитові гнейси – середня щільність 2,64 – мають більш високу магнітну сприйнятливість ( $\chi = 800 - 1600$ ) і знижені значення  $J_z = 200 - 400$ , 30 % зразків немагнітні.

Кілька підвищеною щільністю (до 2,74 – 2,80) характеризуються силіманіт-гранатові гнейси, практично немагнітні.

Невеликою вибіркою (до 20 зразків) представлені амфібол-піроксенові і магнетит-піроксенові гнейси. Щільність їх коливається в межах 2,60 – 3,00. Зустрічаються як високомагнітні, так і абсолютно немагнітні різниці, тобто їхніми підлами поширення можуть відповідати як високоінтенсивні гравітаційні і магнітні аномалії, так і нормальні поля.

Щільність амфіболітів коливається в межах 2,60 – 3,10. Відзначається значне збільшення щільності магнітних амфіболітів. Магнітні властивості магнітних амфіболітів нижче, ніж у залізистих кварцитів.

Найбільш щільними і магнітними породами ділянки є піроксен-амфібол-магнетитові кварцити. За щільністю це виключно неоднорідна вибірка з щільністю від 2,70 до 4,10. Дуже затягнутий і діапазон зміни цих порід по магнітності  $\chi = 800 - 281 - 100$   $J_z = 400 - 102 - 400$ . При достатній потужності вони можуть створювати досить інтенсивні аномалії гравітаційного і магнітного полів.



### Породи дайкового комплексу

Діабази і ультрабазити одні з найбільш щільних і магнітних порід ділянки і характеризуються значеннями щільності 2,98,  $\alpha = 3\ 218$  і  $J_z = 717$ , тобто діабази можуть створювати інтенсивні аномалії гравітаційного і магнітного полів [4].

У той же час амфіболітові різниці мають щільність 3,00, а сланцеві амфіболіти – до 2,90, при цьому так само закономірно, за рахунок виносу заліза падають і їх магнітні властивості ( $\alpha$  від 100 до 1 000). Ті ж діабази, але епідотизовані, мають щільність до 3,20 при практично нульових значеннях магнітної сприйнятливості.

Альбітити, мілоніти і епідот хлоритові сланці є практично немагнітними породами. Їх украй неоднорідний склад не дозволяє отримати стабільні фізичні характеристики. Мабуть, ці породи будуть відзначатися нормальними гравітаційними і магнітними полями.

За наявними фізичними параметрами порід ділянки можна зробити висновок про відсутність однозначного і чіткого зв'язку між цими величинами в межах майже кожної з окремо взятих різновидів порід. Цей факт може свідчити про сильний вплив на фізичні характеристики другорядних факторів, пов'язаних зі структурно-тектонічними особливостями розвитку комплексів порід що призводять до "вирівнювання" фізичних характеристик порід різного складу.

Абсолютно різні за петрографічним складом породи в ряді випадків мають близькі і практично однакові магнітні властивості.

Серед немагнітних порід практично не відрізняються за щільністю граніти, мігматитові різниці біотитових гнейсів, слюдяні гнейси, біотитові мігматити, альбіти і пегматити.

У той же час відзначається наявність відмінностей у фізичних властивостях практично однакових по петрографічному складу порід. Є магнітні і немагнітні різновиди амфібол-піроксенових гнейсів, мілонітів, гранітів та ряду

інших порід. Істотними відмінностями по магнітності і щільності мають залізисті кварцити і амфіболіти.

Все вище сказане свідчить про значну неоднозначність розшифровки геологічної природи аномальних фізичних полів.

З достатнім ступенем вірогідності в межах ділянки можна виділити лише такі різновиди порід:

Піроксен-амфібол-магнетитові кварцити, діабазы, габро - як сильно магнітні і щільні породи.

Амфібол-піроксенові гнейси і амфіболіти, сієніти – породи середньої магнітності і щільності. Окремі різновиди цих же порід так само, як і біотит-амфіболові, гранат-біотитові гнейси і граносієніти при тій же щільності немагнітні.

Окремі різновиди мігматитів і гранітів - підвищеної магнітності і низької щільності.

Породи осадового мезо-кайнозойського комплексу немагнітні. Щільності їх коливаються в межах 1,40 – 2,02. Визначення пористості не проводилося. За даними електророзвідувальних робіт геологічна будова площі досліджень характеризується складною двоярусною будовою, великим діапазоном зміни глибин до кристалічного фундаменту від 0 до 600 і більше м.

Перший ярус представлений осадовим чохлам мезо-кайнозойських відкладів глини, суглинків, пісків, пісковиків, аргілітів, вапняків, галечників, мергелів і інших різниць.

Другий (нижній) ярус представлений кристалічними породами архей-протерозойського віку: граніти, гнейси, амфіболіти та інші різниці вивержених і метаморфічних порід.

Глибина осадового чохла змінюється в межах Приазовського блоку (листи L-36-48-Б і Г) від нуля до 120 м, а в межах Причорноморської западини від 150 до 600 і більше м. Кора вивітрювання кристалічних порід змінюється від 0 до 30, а іноді до 60 м.

## 2 АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ГЕОФІЗИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ НА БОГДАНІВСЬКІЙ ДІЛЯНЦІ

### 2.1 Геологічні задачі геофізичних зйомок і методи їх вирішення

Згідно зі звітом 1971 р. Мартинова В.П. та ін. про комплексні геофізичні роботи на Кам'яно-Могильському залізорудному родовищі в Західному Приазов'ї [9], гравітаційна та магнітна зйомки виконувалися з ціллю виділення і простеження пластів залізистих кварцитів і визначення їх елементів залягання, виявлення окислених руд (мартитів), встановлення структури родовища, виділення і трасування (об'єднання) розривних порушень.

Основні геологічні завдання, поставлені перед геофізичною службою згідно геологічного завдання, конкретизувалися наступним чином:

1. Розчленування порід докембрійського фундаменту по фізичним параметрам;
2. Виділення розривних структур і блоків фундаменту;
3. Видача рекомендацій для структурно-картувального буріння і виділення ділянок, перспективних на пошуки родовищ КК.

### 2.2 Методика і техніка виконання робіт

#### 2.2.1 Гравіметрична зйомка

Гравіметрична зйомка проводилася на ділянці «Кам'яна Могила» з метою виділення і простеження пластів залізистих кварцитів, виявлення окислених руд (мартитів), встановлення структури родовища, виділення і трасування розривних порушень.

Для виробництва рядової зйомки в межах ділянки була створена мережа опорних пунктів. В якості вихідних використовувалися пункти (№ 51, 52 та 53), виставлені Ногайською партією в 1969 р. Ув'язка пунктів проводилася за цикловою методикою 1 – 2 – 1 двома приладами в рейсі з метою отримання двох незалежних різниць  $\Delta g$  з утворенням трьох і чотирикутних полігонів .

Зрівнювання мережі виконано способом вузлів, а обчислення помилки, згідно з інструкцією.

Середньоквадратична помилка одиниці ваги дорівнює  $\pm 0,018$  мГал.

За одиницю ваги прийнято дві різниці  $\Delta g$ .

Загальне значення середньоквадратичної помилки для всієї опорної мережі дорівнює  $\pm 0,018$  мГал.

Точність сили тяжіння на опорних точках становить  $\pm 0,024$  мГал.

Рядова зйомка виконувалася гравіметри ГР/к2 по мережі  $100 \times 100$  м з деталізацією кроком 50 м складних аномальних ділянок. Спостереження виконувалися за одноразовою методикою з замиканням на опорні точки через 1,0 – 1,3 години. Контрольні спостереження проводилися незалежними рейсами в обсязі 10,3 %. Точність рядової зйомки складає  $\pm 0,034$  мГал.

З огляду на помилки опорної мережі, планового положення ( $\pm 4,5$  м) і висотного обґрунтування ( $\pm 0,06$  м) точність визначення аномалій  $\Delta g$  становить  $\pm 0,043$  мГал.

Технічний контроль за станом гравіметрів здійснювався щодня вранці і ввечері на базі партії шляхом перевірки їх на мінімум чутливості. Ціна поділки гравіметрів перевірялася перед початком і після закінчення польових робіт на еталонному профілі Артемівськ – Слов'янськ.

Обробка матеріалів проводилися відповідно до вимог інструкції [5].

### 2.2.2 Магнітометрична зйомка

Магнітометричні роботи проводилися у вигляді площинної і профільної зйомок. Площинна зйомка виконувалася на детальній ділянці «Кам'яна Могила» з метою виділення і простеження пластів залізистих кварцитів, визначення їх елементів залягання, виявлення розривних порушень. Мережа спостережень  $50 \times 10$  м в аномальних і  $50 \times 20$  м в нормальних полях.

Профільні роботи проводилися на різних ділянках: на південь від детального (діл. «Богдановська»), між ділянками «Кам'яна Могила» та «Кук-сунгур» і в 15 км на захід від «Кам'яних Могила» на великій гравітаційній аномалії.

В процесі робіт коректувалися густота і напрям мережі, деталізувалися складні аномальні ділянки.

Для виробництва зйомки була створена опорна мережа з 10 пунктів, пов'язаних у систему трьох і чотирикутних полігонів. Вихідними служили пункти (№ 51 та 53) виставлені Ногайською партією в 1969 р. Ув'язка опорної мережі проводилася за цикловою схемою 1 – 2 – 1 двома приладами в рейсі для отримання двох незалежних різниць  $\Delta Z$ . Зрівнювання виконувалося способом вузлів, а обчислення точності, згідно з інструкцією.

Середньоквадратична помилка одиниці ваги дорівнює  $\pm 3,4$  нТл.

За одиницю ваги прийнято дві різниці  $\Delta Z$ .

Загальне значення середньоквадратичної помилки для всієї опорної мережі дорівнює  $\pm 3,4$  нТл.

Точність на опорних точках становить  $\pm 3,5$  нТл.

Спостереження при рядовій зйомці виконувалися магнітометрами М-23 і М-27 за одноразової методикою з замиканням на опорні пункти через 2,0 – 2,5 години. Незалежні контрольні спостереження були розподілені рівномірно по площі і становлять 3.3 %. Точність рядового спостереження дорівнює  $\pm 7,8$  нТл.

Профільні роботи проводилися кроком 10 і 50 м з різними завданнями.

Спостереження кроком 10 м застосовувалися на детальній ділянці для розрахункових цілей і деталізації складних магнітних полів.

Зйомка кроком 50 м виконувалася на трьох ділянках:

1) На ділянці «Богданівській», розташованій на південь від детальної ділянки, роботи були проведені з метою виявлення нових аномалій, перспективних на залістисті кварцити і вимагають подальшої деталізації та встановлення південного кордону Кам'яно-Могильського родовища;

2) Між ділянками «Кам'яна Могила» та «Куксунгур», для з'ясування зв'язку між родовищами;

3) В епіцентрі великої гравітаційної аномалії (с. Нововасилівка), розташованої в 15 км на захід від ділянки «Кам'яна Могила» для вивчення характеру магнітного поля в її межах.

На ділянці «Богданівській» була створена опорна мережа з 8 пунктів, яка ув'язана з пунктами детальної ділянки. Точність опорної мережі дорівнює  $\pm 4$  нТл.

Методика рядової зйомки така ж, як описано раніше. Точність робіт становить  $\pm 7,8$  нТл. Обсяг контрольних спостережень 3 %.

Технічний стан апаратури перевірявся на КП партії. Вранці і ввечері визначалися нуль-пункти і азимутальні криві приладів. Раз на місяць проводилися звіряльні ходи.

Обробка матеріалів проводилися відповідно до вимог інструкції [6].

### 2.3 Методика інтерпретації геофізичних даних на ділянці робіт

#### Гравірозвідка

Результати гравіметричної зйомки представлені картою ізоаномал  $\Delta g$  в редукції Буге з щільністю проміжного слою 2, 3 г/см<sup>3</sup> в масштабі 1:5 000 (з фактматеріалом) і 1:10 000. Перетин ізоаномал на картах 0,1 мГал.

Поправки за вплив рельєфу місцевості не вводилися, тому що рельєф на ділянці спокійний.

Ослаблення регіонального фону в спостереженому гравітаційному полі проводилися шляхом перерахунку аномалій  $\Delta g$  в верхній півпростір на висоти  $H = 100$  та  $300$  м і в вертикальний градієнт  $V_{zz}$  на площині спостереження. Перерахунки велися на ЕОЦМ в тресті «Дніпрогеофізика» за програмою ПОІМ-2. Одночасно з перерахуванням на висоту отримані залишкові аномалії  $\Delta g$ . Після аналізу відбудованих карт до звіту додано карта залишкових аномалій  $\Delta g$  при перерахунку на висоту  $H = 300$  м. Карта залишкових аномалій при  $H = 100$  м в принципі не відрізняється від вихідної, але на ній міститься дещо більше малоамплітудних аномалій за рахунок різного ступеня згладжування.

Інтерпретація гравітаційних аномалій проводилася якісно і кількісно. З огляду на фізичні властивості порід, найбільш інтенсивні аномалії  $\Delta g$  пояснюються залізистими кварцитами і що вміщують їх меланократовими біотитовими гнейсами. Виділити пласти кварцитів серед порід, що вміщують по кривим  $\Delta g$  неможливо, тому що вони мають невелику потужність. Використовуючи ті нечисленні геологічні матеріали, які є по ділянці (дві свердловини, задані для перевірки і копіювання з схематичної геологічної карти північної частини родовища), ці аномалії пояснюються спільним заляганням залізистих кварцитів і біотитових гнейсів. Контакти цієї товщі з мігматитами не скрізь встановлюються точно, тому в деяких випадках вони проведені умовно. Для виділення пластів залізистих кварцитів використані матеріали варіометричної зйомки, проведеної в 1950 р.

У комплексі з магніторозвідкою за максимальними градієнтами  $V_{xz}$  були позначені контакти пластів залізистих кварцитів. Тут слід зауважити, що графіки  $V_{xz}$  не скрізь вільні від перешкод, причину яких зараз встановити неможливо. За цим же графіками, де можливо, визначався нахил пластів.

Розломна тектоніка виділялася по аномаліям низьких значень  $\Delta g$ , які мають січний характер щодо загального простягання порід.

Кількісні розрахунки аномалій  $\Delta g$  проведені в обмеженому обсязі. Пов'язано це, в першу чергу з тим, що важко виділити зі складних графіків  $\Delta g$  чисті аномалії за якими можна проводити розрахунки. Кількісна інтерпретація по окремим аномаліям виконана з метою визначення глибин поширення залізистих кварцитів для загальної оцінки перспектив родовища. Підбір кривих  $\Delta g$  проводився за допомогою палеток Тяпкіна К. Ф., які враховують обмеженість об'єктів по простягання [8].

Крім цього способу, був випробуваний метод визначення особливих точок (центр ваги) обуреного об'єкту в просторі. Цей метод заснований на аналітичному продовженні повного вектору вертикального градієнта сили тяжіння в нижній півпростір через обуренні маси. Оскільки вихідна функція  $\Delta g$  розкладається в ряд по способу Фур'є, то роздільна здатність методу знаходиться в

прямій залежності від числа членів ряду. Досвід перерахунків показав, що зі збільшенням числа членів ряду з'являється можливість відокремлювати більш дрібні деталі на кривій  $\Delta g$  і навпаки. За профілем 2,7 ділянки «Корсак-Могила» глибина занурення залізистих кварцитів, отримана по перерахунку в нижній півпростір, добре узгоджується з результатами інтерпретації способом підбору кривої  $\Delta g$ , наведеними в звіті Первомайської партії за 1970 і в звіті Тематичної партії за 1970 – 1971 рр.

#### Магніторозвідка

Результати магнітної зйомки представлені картами ізодинам в масштабах 1:5 000, 1:10 000 і 1:25 000. Перетин ізодинам нерівномірний і змінюється від 50 до 1 000 нТл в залежності від горизонтальних градієнтів і інтенсивності аномалій.

Інтерпретація магнітного поля проводилася якісно і кількісно. В процесі якісного аналізу встановлено, що залізисті кварцити створюють найбільш інтенсивні аномалії  $Z_a$  (до 2 400 нТл) з горизонтальними градієнтами до 5 000 нТл на 100 м. Породи які вміщують біотитові меланократовіе гнейси характеризуються аномаліям підвищеної інтенсивності (перші тисячі нТл) і підвищеними магнітними властивостями. Незвичайним для площі є відносно високе за інтенсивністю магнітне поле (сотні нТл) над мігматитами. Не маючи фізичних властивостей цих порід, це явище поки не пояснюється.

Кількісна інтерпретація кривих  $Z_a$  проводилася за допомогою палеток Тяпкіна К. Ф., призначених для пластових тіл. Недолік їх полягає в обмеженому наборі кривих  $Z$ . Якщо в альбомі не знаходилося графіка з потрібними параметрами, розрахунок виконувався по точковій палетці Мікова Д. С. [8].

При інтерпретації у всіх випадках намагніченість приймалася вертикальною. Отриманий нахил рудних тіл становить 80 – 85°.

У великому обсязі проводилися розрахунки варіацій і горизонтальних градієнтів, які разом з графіками  $V_{xz}$  використовувалися для виділення пластів залізистих кварцитів. Крім того, в масовій кількості проводилися визначення намагніченості.



Для аномалій  $Z_a$  інтенсивністю кілька тисяч нТл намагніченість знаходиться в межах  $4\pi \times (10\,000 - 30\,000) \times 10^6$  од. СІ. Найбільші значення намагніченості (50 000 – 120 000) спостерігаються над аномаліями з напруженістю більше 10 000 нТл.

Плікративна тектоніка знаходить чітке відображення в магнітному полі. Залістисті кварцити, будучи найбільш магнітними породами, є хорошим опорним горизонтом для магніторозвідки.

Розломна тектоніка виділена по перетисканням аномалій, зсувів осей і мінімумам  $Z_a$  січного характеру [2].

### **3 ПЕРЕІНТЕРПРЕТАЦІЯ ГРАВІТАЦІЙНИХ І МАГНІТНИХ ДАНИХ НА БОГДАНІВСЬКІЙ ДІЛЯНЦІ ДЛЯ КАРТУВАННЯ УЛЬТРАБАЗИТІВ**

#### **3.1 Характеристика первинних матеріалів**

Ділянка робіт вивчена полями (гравітаційним і магнітним) двома масштабами - 1:10 000 і 1:50 000. Карти полів масштабу 1:10 000 розташовуються безпосередньо на ділянці робіт, карти масштабу 1:50 000 - є картами навколо всієї ділянки робіт для регіонального вивчення .

##### **3.1.1 Створення цифрових моделей полів**

В якості первинних матеріалів використовувалися карти звіту Мартінова В. П. та ін. "Про комплексні геофізичні роботи на Кам'яно-Могильському залізорудному родовищі в Західному Приазов'ї" 1971 р. Для вивчення і подальшої обробки використовувалися наступні карти:

- 1) Карта фактичних значень і ізоаномал  $\Delta g$ . діл. "Кам'яна Могила" М 1: 5 000 (лист № 4);
- 2) Карта фактичних значень  $Z_a$  діл. "Кам'яна Могила" М 1: 5 000 (лист № 4).

Карта фактичних значень і ізоаномал  $\Delta g$ . діл. "Кам'яна Могила" показує місцезнаходження точок виконаної гравітаційної зйомки і біля кожної точки винесені виміряні значення. Через секретність карта виконана в зміщеній системі координат 1942 р Густота точок становить 100 пунктів на один км<sup>2</sup>, похибка планової прив'язки 4,5 м. Також на карті по точках проведені ізолінії сили тяжіння гравітаційного поля (ізоаномали), опорні профілі у вигляді вертикальних ліній і геодезична координатна сітка (див. рисунок 3.1).

На карті фактичних значень  $Z_a$  діл. "Кам'яна Могила" винесені значення магнітного поля з плановою прив'язкою без ізоліній. Система координат умовна, густота точок на один км<sup>2</sup> становить 1 000, а в деяких місцях і 2 000. На рисунку 3.2 представлений фрагмент карти магнітного поля.

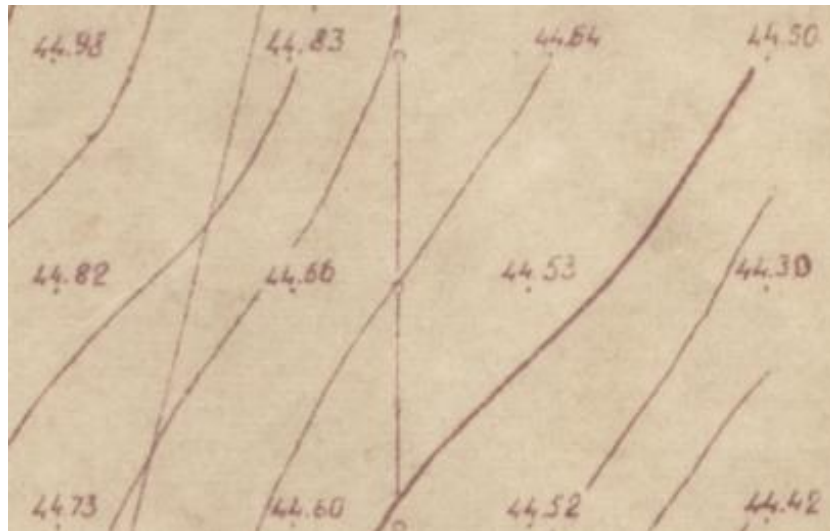


Рисунок 3.1 – Фрагмент карти фактичних значень і ізоаномал  $\Delta g$ . діл. “Кам’яна Могила” М 1:5 000



Рисунок 3.2 – Фрагмент карти фактичних значень  $Z_a$  уч. “ Кам’яна Могила” М 1:5 000

Процес переносу карт в цифрову модель виконувався в два етапи:

1. Перенесення значень гравітаційного і магнітного полів в електронний каталог у вигляді масиву даних;
2. Приведення отриманого матеріалу в регулярну мережу.

У процесі першого етапу виміряні значення були переписані в програму *Excel*. Були створені електронні каталоги гравітаційного і магнітного полів у вигляді значення поля в точці спостереження. З першої карти переписані були всі значення сили тяжіння, з другої - кожна п'ята точка, так як плавний характер зміни поля і перехід на масштаб крупніше (1:10 000) дозволяють зробити

розрідження точок, в аномальних ділянках розрідження точок не робилося. Таким чином є масив зі значеннями сили тяжіння по мережі  $100 \times 100$  м і зі значеннями магнітного поля -  $50 \times 50$  м.

У зв'язку з тим, що карти фактів складені в різних системах координат, наступне завдання полягало в складанні єдиної системи координат для обох карт. Для виконання цього завдання на картах були відзняті координати кутових точок в програмі Paint.Net для побудови єдиної системи координат. Побудова ізоліній координатної сітки виконувалася в програмі *Surfer* методом триангуляції з лінійною інтерполяцією (див. рисунок 3.3). В подальшому було створено карту з ізолініями координатної сітки і сюди ж була прикріплена карта фактичних значень поля (2 шт.), Після чого стало можливим визначити координату для кожної точки на обох картах фактів і надалі побудувати векторизовані версії карт в єдиній системі координат.

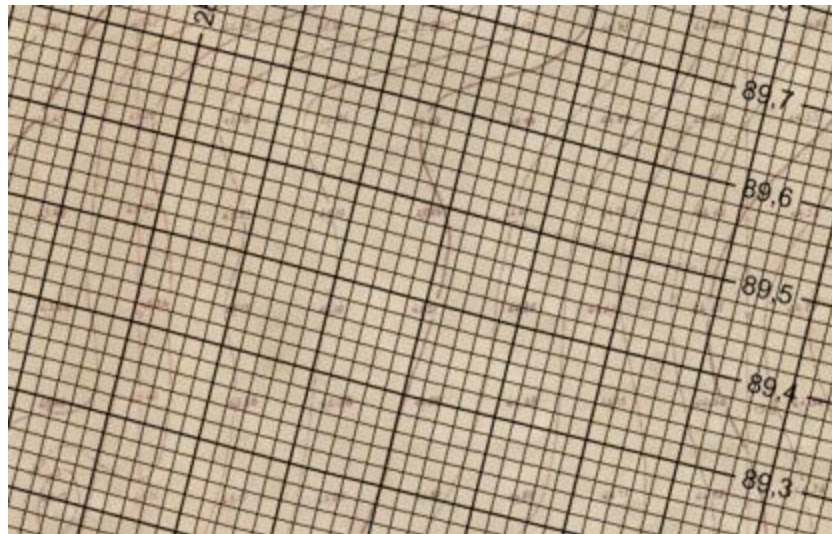


Рисунок 3.3 – Фрагмент карти фактичних значень сили тяжіння з координатною сіткою М 1:10 000

Значення координат для карт як гравітаційного, так і магнітного полів були відзняті в програмі *Surfer* вище описаним способом і занесені в електронний каталог (в програму *Excel*) у вигляді координат  $X$  і  $Y$ , а також значення поля в точці спостереження.

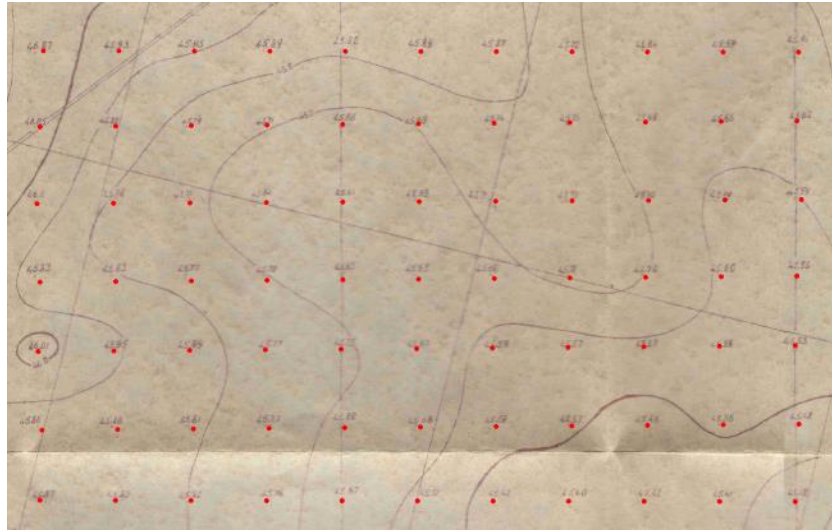


Рисунок 3.4 – Фрагмент карти фактичних значень сили тяжіння і зняті точки

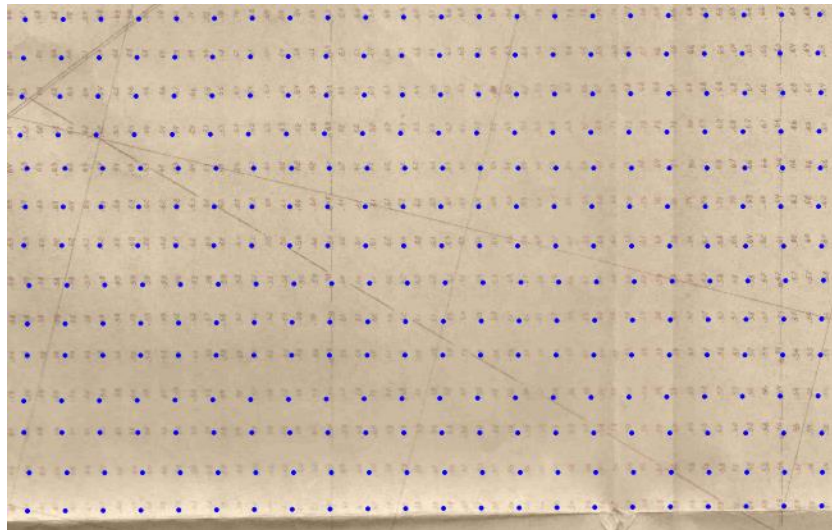


Рисунок 3.5 – Фрагмент карти фактичних значень магнітного поля і зняті точки

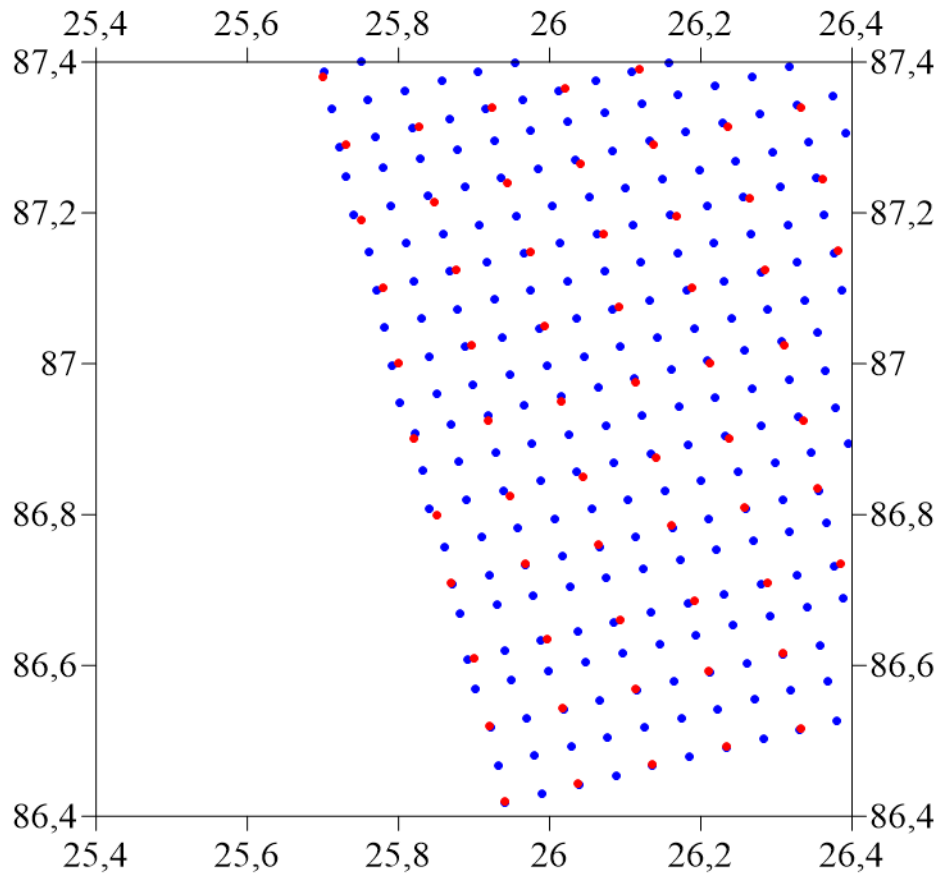


Рисунок 3.6 – Фрагмент карти спостережених точок в єдиній системі координат, червоним кольором - гравітаційного поля, синім – магнітного

На рисунку 3.6 наведено фрагмент побудованої карти спостережених точок на досліджуваній ділянці. Отриманий результат є цілком задовільним, середня похибка координатної прив'язки невелика (близько трьох метрів) і для подальших побудов карт і обчислень трансформацій гравітаційного і магнітного полів підходить. Також варто відзначити, що після переходу на нову (геодезичну) систему координат спостережені точки як би змістилися і в порожніх місцях (де немає точок) при побудові і аналізі карт гравітаційного і магнітного полів дані місця не будуть враховуватися, так як на цих місцях інформація буде вважатися недостовірною.

На другому етапі виконувалося приведення електронного каталогу в регулярну квадратну мережу і оцінка точності інтерполяції значень поля. За допомогою програми *Surfer* був створений grid-файл по мережі  $20 \times 20$  м. На



рисунку 3.6 наведено фрагмент кінцевого результату з'єднання в єдину систему координат точок спостережень за існуючими картами фактів гравітаційного і магнітного полів.

Нижче показані (див. рисунок 3.11) карти гравітаційного і магнітного полів побудовані за отриманими електронних каталогів в програмі *Surfer* методом *Kriging* по мережі  $20 \times 20$  м як для гравітаційного, так і для магнітного полів.

### 3.1.2 Оцінка точності цифрових моделей гравітаційного і магнітного полів

Для оцінки точності інтерполяції значень поля були побудовані карти ізоліній сили тяжіння методом *Criging* і мінімальної кривизни по мережі  $20 \times 20$  м і після чого були накладені на карту фактичних значень сили тяжіння. Дивлячись на рисунок 3.7 можна сказати, що ізолінії, побудовані методом *Criging* і мінімальної кривизни, в цілому майже не відрізняються один від одного і можна без сумнівів вибрати один з двох варіантів.



Рисунок 3.7 – Фрагмент карти фактичних значень сили тяжіння і ізолінії сили тяжіння побудовані методом *Criging* (коричневим кольором) і мінімальної кривизни (зеленим кольором)

Для вивчення ефекту інтерполяції і вибору меншого кроку (спочатку відстань між точками була 100 м, а інтерполяція виконувалася з кроком 20 м) між точками була побудована карта ізоліній сили тяжіння по мережі  $100 \times$

100 м і виводилося порівняння з картою ізоліній побудованої по мережі  $20 \times 20$  м. Порівнюючи ізолінії на рисунку 3.8 можна побачити, що ізолінії побудовані по мережі  $20 \times 20$  м мають більш згладжений вигляд, в порівнянні з ізолініями по мережі  $100 \times 100$  м. Таким чином можна зробити висновок про те, що при виконанні інтерполяції і виборі меншого наявного кроку, виконується ефект згладжування.

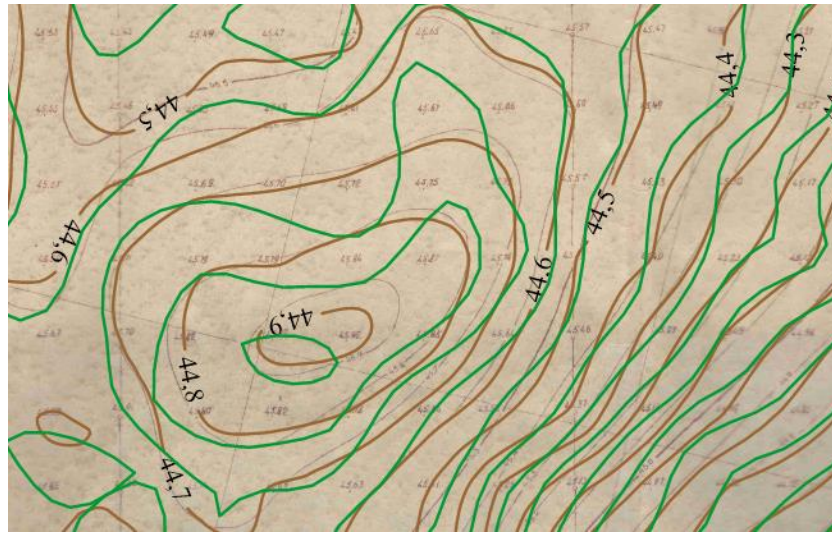


Рисунок 3.8 – Фрагмент карти фактичних значень сили тяжіння і ізолінії сили тяжіння побудовані методом *Criging* по мережі  $20 \times 20$  (коричневим кольором) і  $100 \times 100$  м (зеленим кольором)

На завершення аналізу оцінки точності інтерполяції значень поля на рисунку 3.9 і 3.10 показані фрагменти первинних карт гравітаційного і магнітного полів з накладеними на них ізолініями, побудованими методом *Criging* по мережі  $20 \times 20$  м. Аналізуючи отриманий результат можна виділити, що в обох випадках спостерігаються незначні (дек. мм) відхилення ізоліній, але в гравітаційному полі це явище проявляється сильніше. У гравітаційному полі спостерігаються істотні профільні аномалії. Швидше за все дані аномалії викликані через систематичну помилку і істотного зсуву точок в плані, а також варто відзначити, що прохід профілів можливо виконувався в протилежних напрямках і за рахунок цього ефект профільних аномалій може посилюватись.



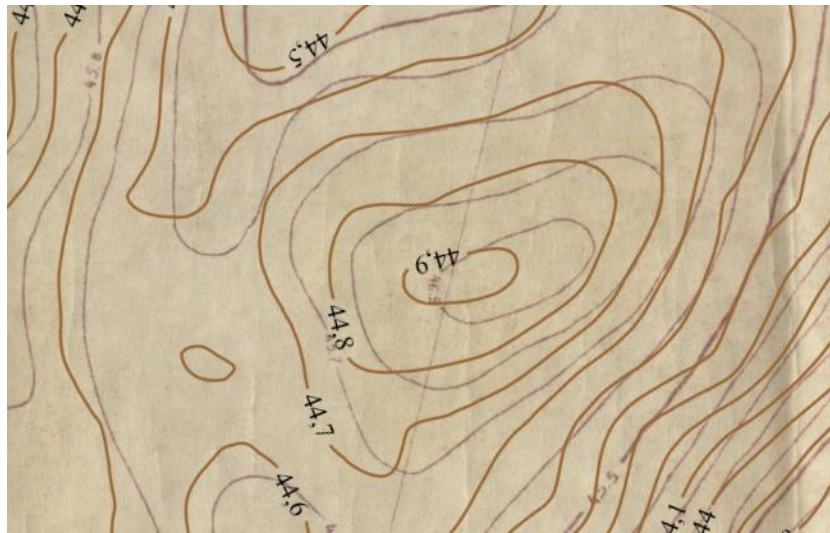


Рисунок 3.9 – Фрагмент первинної карти ізоліній сили тяжіння і ізолінії сили тяжіння, побудовані методом *Criging* по мережі  $20 \times 20$  м

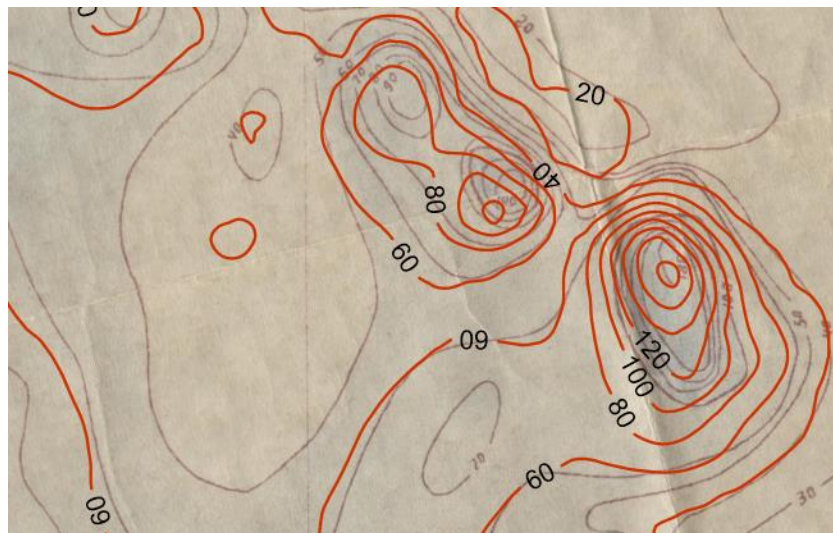


Рисунок 3.10 – Фрагмент первинної карти ізоліній магнітного поля і ізолінії магнітного поля, побудовані методом *Criging* по мережі  $20 \times 20$  м

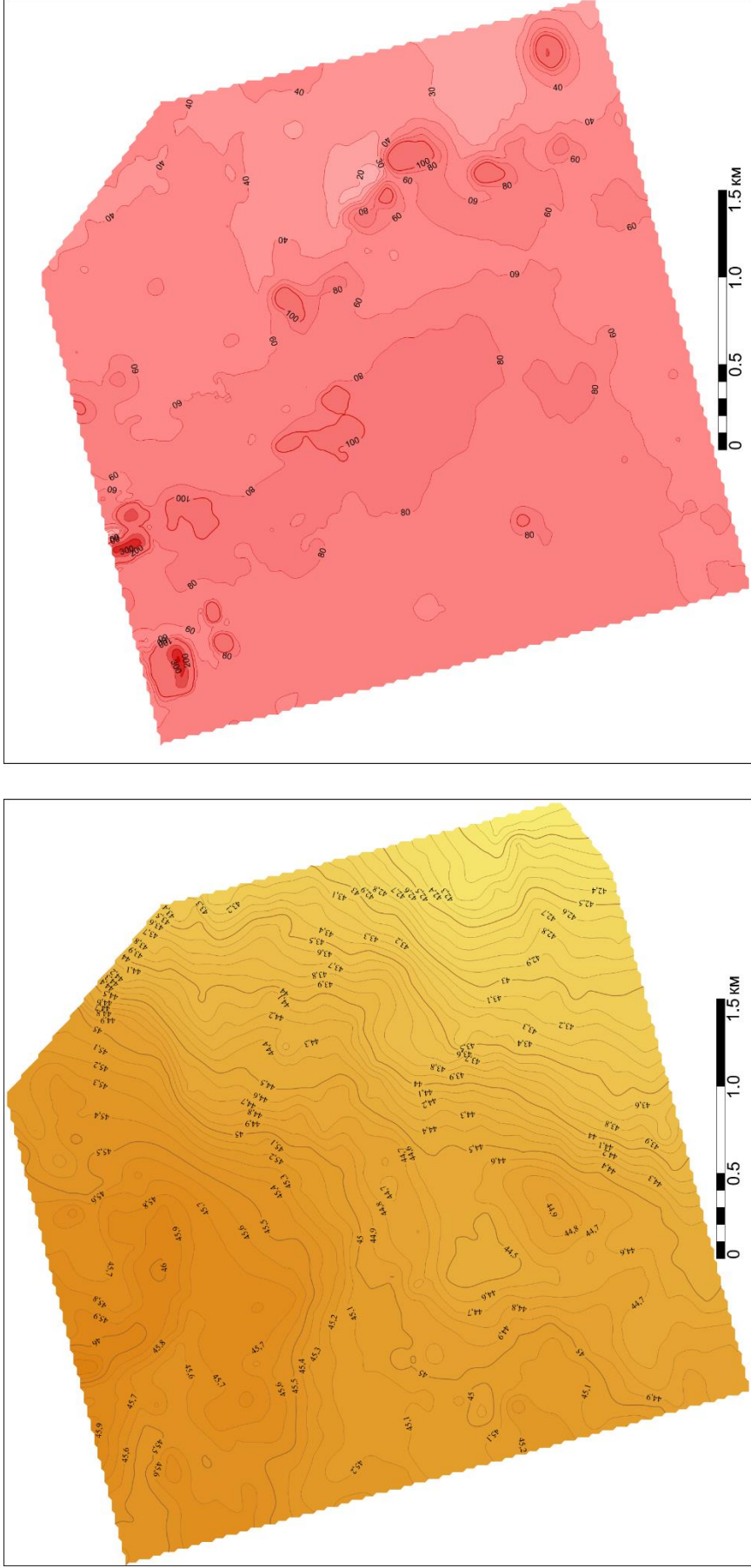


Рисунок 3.11 – Карты гравітаційного і магнітного полів ділянки робіт

Напрямок збільшення фону гравітаційного поля відбувається з південного сходу на північний захід, зі зміною поля 0,76 мГал на один км (див. рисунок 3.12). Простежуються кілька позитивних (по відношенню до всього поля) близьких до ізометричної форми аномальних ділянок і досить витягнута аномалія в північній частині карти, яка змінює свій напрямок з південного сходу на північ; яскраво виражених негативних аномалій не спостерігається. Досить добре спостерігається лінійна зона різкої зміни градієнта поля, яка має напрямок з південного заходу на північний схід карти, в цій зоні спостерігається згущення ізоліній поля.

Магнітне поле на карті має тільки позитивні значення. Характер фону має витягнуту в одному напрямку природу – з південного заходу на північний схід, зміна фону 8 нТл на один км (див. рисунок 3.12). Аномальні ділянки добре виражені і мають близько ізометричну форму. Можна виділити досить велику аномалію в центральній частині карти спрямовану з південного сходу на північний захід, всередині даної аномалії виділяються також кілька виражених аномалій – центральній її частині і в північній. Біля яскраво виражених аномалій також спостерігаються менш виражені аномальні зони, розташовані в центральній західній частині карти, можливо ці дрібні аномалії є супутніми мінімумами близьких до них аномалій.

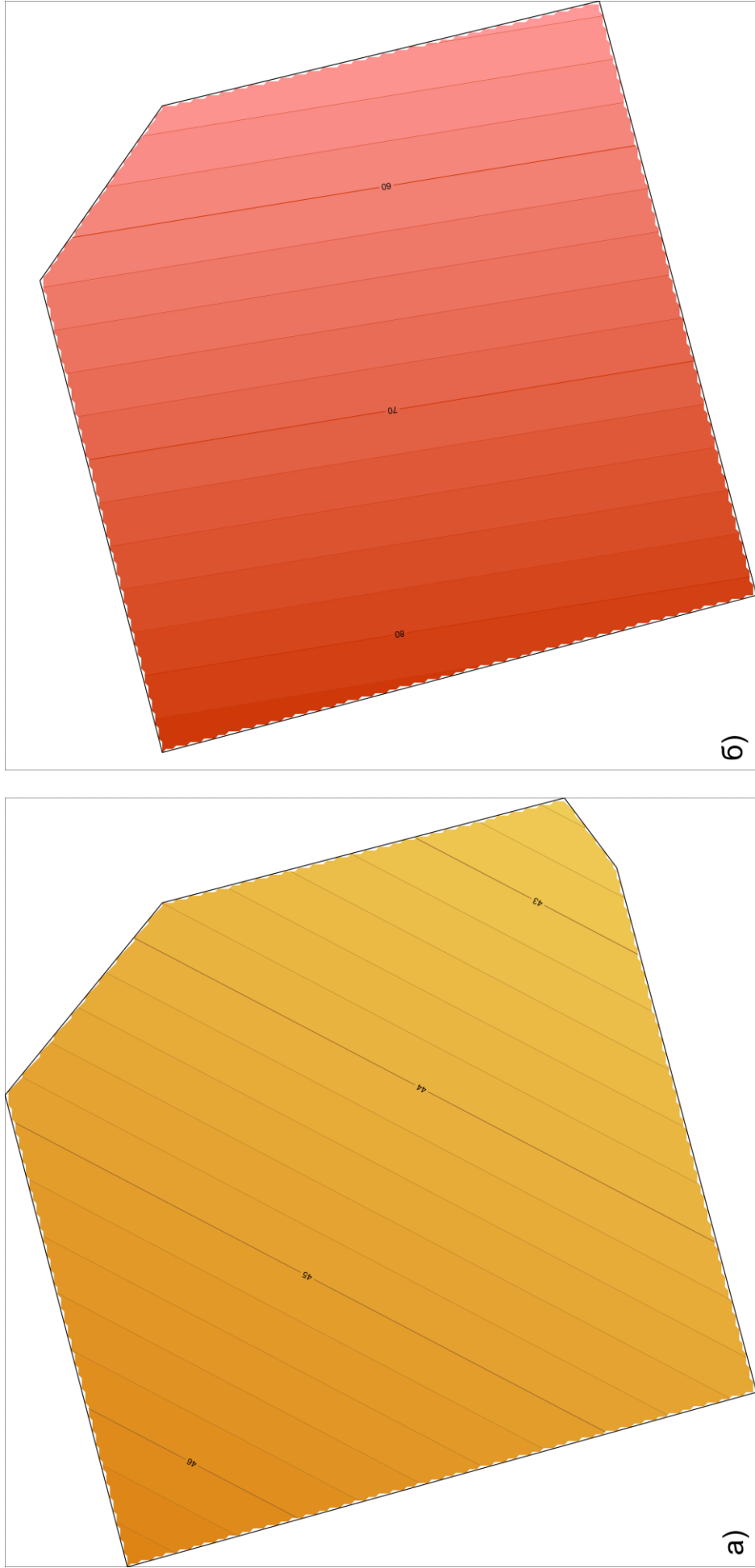


Рисунок 3.12 – Карты фону гравітаційного(а) і магнітного(б) полів ділянки робіт

### 3.1.3 Характеристика карт для регіонального вивчення

На рисунку 3.14 показані карти гравітаційного і магнітного полів, які в подальшому будуть використовуватися для вивчення регіонального будови ділянки дослідження. Ділянка дослідження на мапі зарисована чорною лінією.

У гравітаційному полі добре простежується збільшення зі сходу на захід, це безпосередньо пов'язано з фоном, так як збільшення фону поля направлено аналогічно - зі сходу на захід з невеликим зсувом на північ. Зміна фону гравітаційного поля на один км дорівнює 0,3 мГал. Яскраво виражених аномалій на ділянці дослідження не спостерігається, проте в північній частині над ділянкою дослідження спостерігається позитивна аномалія яка скоріше за все пов'язана з пластами залізистих кварцитів Куксунгурського родовища.

У магнітному полі збільшення фону направлено з заходу на схід з незначним зсувом на південь. Чисельне значення зміни фону магнітного поля дорівнює 15 нТл на один км. На ділянці дослідження спостерігаються невеликі за розміром позитивні аномальні ділянки. Вище ділянки дослідження на північ спостерігається яскраво виражена і витримана аномальна зона. Швидше за все дана аномалія викликана пластами залізистих кварцитів Куксунгурського родовища.

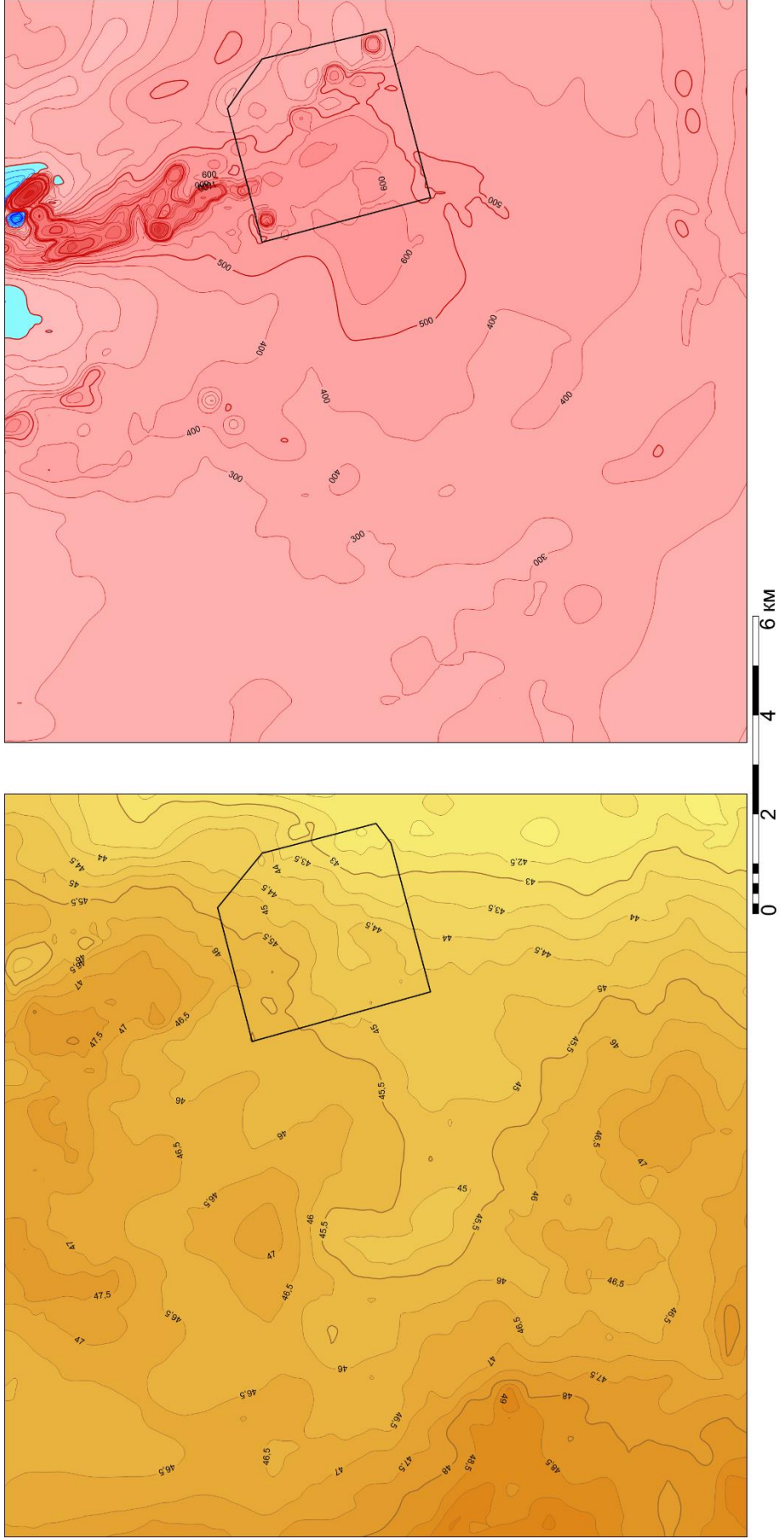


Рисунок 3.13 – Карты гравітаційного і магнітного полів району робіт



### 3.2 Трансформації вихідних полів

Спостережені гравітаційні і магнітні поля є загальною сумою всіх геологічних об'єктів різної форми і щільності, які залягають на різних глибинах. На етапі інтерпретації зручніше мати справу з впливом окремих аномальних тіл. У зв'язку з цим найважливішим завданням є виділення або підкреслення впливів окремих геологічних об'єктів в сумарному полі. Дане завдання вирішується шляхом здійснення з полями операцій трансформації. Трансформації геофізичних полів, в тому числі для гравітаційного і магнітного, являються допоміжним інструментом при виконанні якісної інтерпретації.

Іншим завданням є перетворення або зміна вихідного поля таким чином, щоб підкреслити або посилити в ньому аномалії від окремих геологічних об'єктів. Дане завдання вирішується шляхом трансформації спостереженого поля так, щоб в трансформованому полі на тлі перешкод підкреслювалися корисні аномалії і послаблювалися перешкоди. При цьому змінюється форма, амплітуда і розмірність аномалій.

Виходить в результаті трансформації послаблюються аномалії, що заважають і більш чітко підкреслюються корисні аномалії.

При аналізі структурних особливостей поля добре себе показують перші і другі горизонтальні похідні, точніше вектори горизонтального градієнта і значення кривизни поля. Дані трансформації дозволяють розробляти ефективні методи аналізу параметрів структурних елементів поля. Спостерігається пряма залежність ліній структурних особливостей поля з геологічними межами порід і тектонічними порушеннями.

Для регіональної будови території на підставі аналізу потенційних геофізичних полів застосовується їх попереднє згладжування для зменшення проявів в них аномальних полів від приповерхневих об'єктів і позбавлення від наявних помилок у спостереженнях поле, так як більша частина трансформацій чутливі до помилок спостережень і можуть їх різко підкреслювати. Найбільш

простим способом згладжування полів є їх усереднення квадратним або круглим вікном. Розмір вікна усереднення вибирається залежно від розмірів приповерхневих об'єктів і глибин залягання регіональних структур.

В якості основних трансформацій використовувалися – згладжування (осереднення), друга вертикальна похідна (кривизна), різниця полів (вихідне та згладжене), похідна кута нахилу поля, а також лінеаменти побудовані по нульовим значенням кривизни поля і зведені (трасовані) лінеаменти.

Процес обчислення трансформацій вихідних полів виконувався в три етапи:

- 1) перший етап - попереднє згладжування поля і віднімання фону (тільки для магнітного поля);
- 2) другий етап - обчислення вищих похідних, різниці полів, похідної кута нахилу поля;
- 3) третій етап - обчислення лінеаментів поля для структурного аналізу.

Обчислення трансформацій вихідного гравітаційного і магнітного полів виконувалося в програмі «TransStrukSglNov», розробленої на кафедрі геофізичних методів розвідки НТУ «Дніпровська політехніка».

Трансформації першої і другої горизонтальної похідних виконувалися при використанні кінцево-різницевої формули у вікні розміром  $5 \times 5$  точок (рисунк 3.14) тим самим збільшуючи результативність.

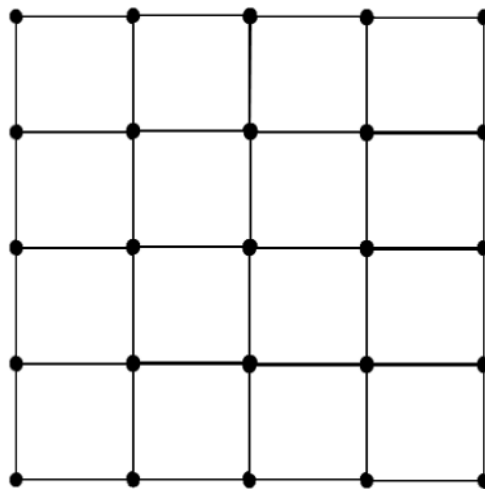


Рисунок 3.14 – П'ятиточкове вікно для кінцево-різницевого диференціювання



В даному вікні є можливість реалізувати три типи шаблонів для обчислення перших і других похідних полів:

- типу «ящик» (рисунок 3.15);
- типу «прямий хрест» (рисунок 3.16);
- типу «косий хрест» (рисунок 3.17).

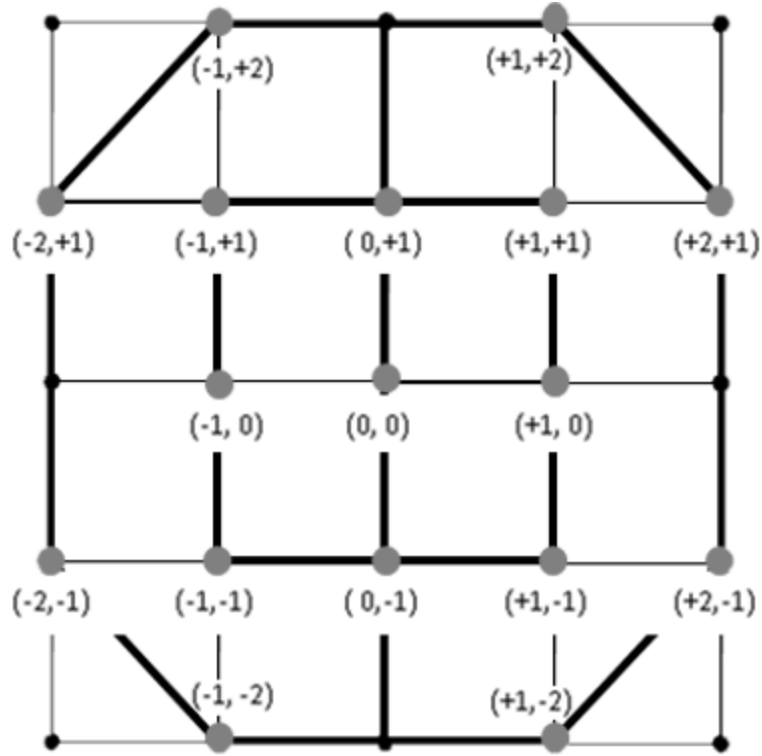


Рисунок 3.15 – Шаблон «ящик» для кінцево-різницевого диференціювання

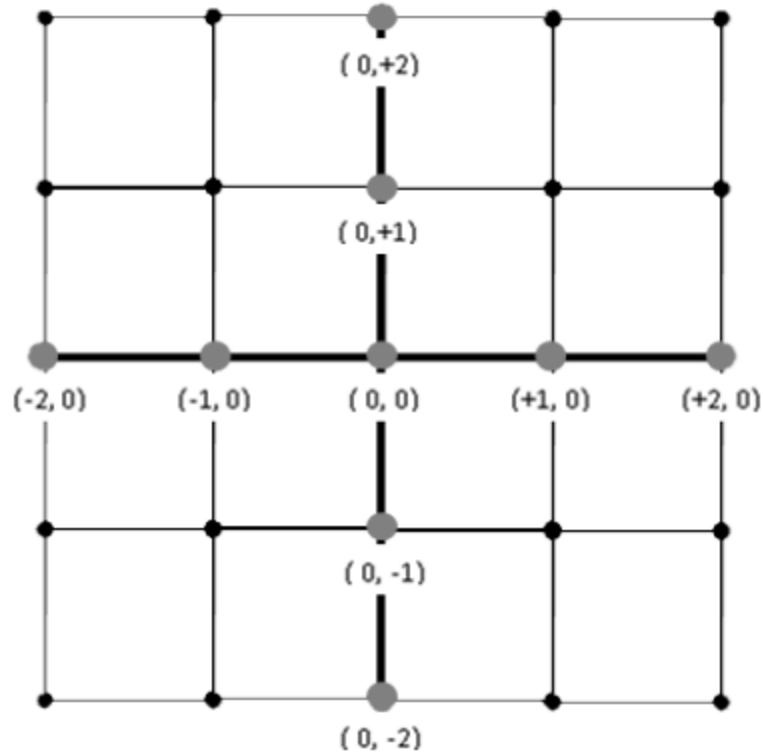


Рисунок 3.16 – Шаблон «прямий хрест» для кінцево-різницевого диференціювання

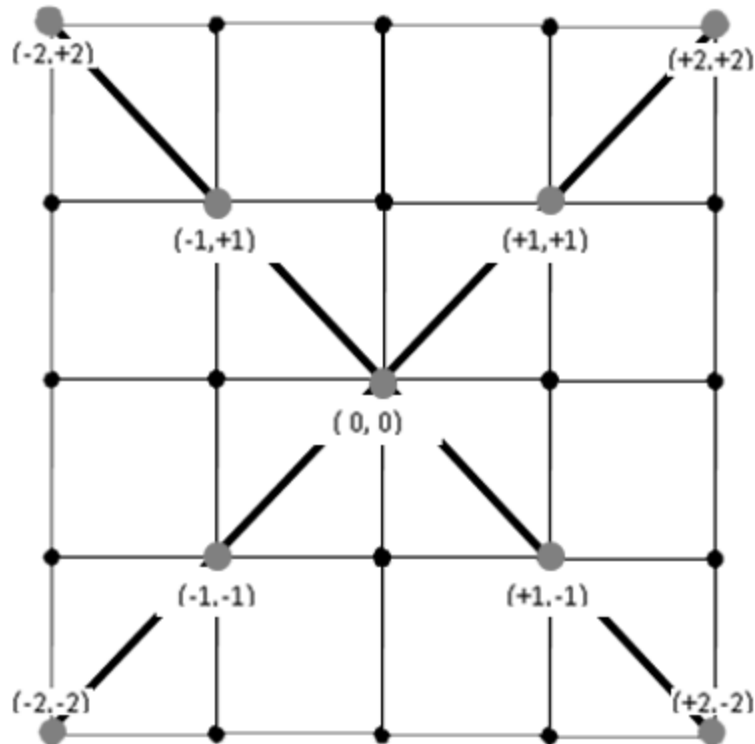


Рисунок 3.17 – Шаблон «косий хрест» для кінцево-різницевого диференціювання

У загальному випадку для дискретної заданої функції « $U_{i,j}$ » для зазначених шаблонів можна записати такі формули:

а) перші похідні поля за шаблоном "ящик" (вага шаблону 2):

$$\left(\frac{\partial U}{\partial x}\right)_{i,j} = \frac{1}{25\Delta} (2U_{i+1,j+2} + 2U_{i-1,j+2} + U_{i-2,j+1} + U_{i+2,j+1} - U_{i-2,j-1} - U_{i+2,j-1} - 2U_{i+1,j-2} - 2U_{i-1,j-2}) + \frac{1}{100\Delta} (4U_{i,j+1} + 3U_{i+1,j+1} + 3U_{i-1,j+1} - 3U_{i+1,j-1} - 3U_{i-1,j-1} - 4U_{i,j-1}) \quad (3.1)$$

$$\left(\frac{\partial U}{\partial y}\right)_{i,j} = \frac{1}{25\Delta} (2U_{i+2,j+1} + 2U_{i+2,j-1} + U_{i+1,j-2} + U_{i+1,j+2} - U_{i-1,j-2} - U_{i-1,j+2} - 2U_{i-2,j-1}) + \frac{1}{100\Delta} (4U_{i+1,j} + 3U_{i+1,j+1} + 3U_{i+1,j-1} - 3U_{i-1,j+1} - 3U_{i-1,j-1} - 4U_{i-1,j}) \quad (3.2)$$

б) перші похідні поля за шаблоном "прямий хрест" (вага шаблону 1):

$$\left(\frac{\partial U}{\partial x}\right)_{i,j} = \frac{1}{10\Delta} (2U_{i,j+2} + U_{i,j+1} - U_{i,j-1} - 2U_{i,j-2}) \quad (3.3)$$

$$\left(\frac{\partial U}{\partial y}\right)_{i,j} = \frac{1}{10\Delta} (2U_{i+2,j} + U_{i+1,j} - U_{i-1,j} - 2U_{i-2,j}) \quad (3.4)$$

в) перші похідні поля за шаблоном "косий хрест" (вага шаблону 1):

$$\left(\frac{\partial U}{\partial y}\right)_{i,j} = \frac{1}{10\Delta} (2U_{i+2,j+2} + 2U_{i-2,j+2} + U_{i+1,j+1} + U_{i-1,j+1} - U_{i+1,j-1} - U_{i-1,j-1} - 2U_{i+2,j-2} - 2U_{i-2,j-2}), \quad (3.5)$$

$$\left(\frac{\partial U}{\partial y}\right)_{i,j} = \frac{1}{10\Delta} (2U_{i+2,j+2} + 2U_{i+2,j-2} + U_{i+1,j+1} + U_{i-1,j+1} - U_{i-1,j+1} - U_{i-1,j-1} - 2U_{i-2,j+2} - 2U_{i-2,j-2}), \quad (3.6)$$

г) кривизна поля за шаблоном «ящик» (вага шаблону 1):

$$\left(\frac{\partial^2 U}{\partial z^2}\right)_{i,j} = \frac{2}{15\Delta^2} (U_{i+1,j} + U_{i+1,j+1} + U_{i,j+1} + U_{i-1,j+1} + U_{i-1,j} + U_{i-1,j-1} + U_{i,j-1} + U_{i+1,j-1} - U_{i+2,j+1} - U_{i+1,j+2} - U_{i-1,j+2} - U_{i-2,j+1} - U_{i-2,j-1} - U_{i-1,j-2} - U_{i+1,j-2} - U_{i+2,j-1}), \quad (3.7)$$

д) кривизна поля за шаблоном «прямий хрест» (вага шаблону 1):

$$\frac{\partial^2 U}{\partial z^2} = -\left(\frac{\partial^2 U}{\partial x^2}\right)_{i,j} - \left(\frac{\partial^2 U}{\partial y^2}\right)_{ij} \quad (3.8)$$

$$\left(\frac{\partial^2 U}{\partial z^2}\right)_{i,j} = \frac{1}{3\Delta^2} (U_{i,j-1} + U_{i,j+1} - U_{i,j-2} - U_{i,j+2}) + \frac{1}{3\Delta^2} (U_{i-1,j} + U_{i+1,j} - U_{i-2,j} - U_{i+2,j}), \quad (3.9)$$

е) кривизна поля за шаблоном «косий хрест» (вага шаблону 1):

$$\left(\frac{\partial^2 U}{\partial z^2}\right)_{i,j} = \frac{1}{6\Delta^2} (U_{i+1,j+1} + U_{i-1,j-1} + U_{i+1,j-1} + U_{i-1,j+1} - U_{i+2,j+2} - U_{i-2,j-2} - U_{i+2,j-2} - U_{i-2,j+2}), \quad (3.10)$$

де  $\Delta$  - відстань між точками завдання поля.

Рівняння обчислення похідної кута нахилу поля:

$$\alpha = \arctg \left( \frac{\frac{\partial U}{\partial z}}{\sqrt{\left(\frac{\partial U}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial U}{\partial y}\right)^2}} \right) \quad (3.11)$$

В якості результуючих значень похідних використовуються середні зважені значення за трьома шаблонами.

На першому попередньому етапі обчислення трансформацій згладжування поля виконувалися віднімання (в магнітному полі) фону і підбір вікна усереднення. Так як магнітне поле в первісному вигляді має тільки позитивні значення було виконано віднімання фону. При видаленні фону магнітного поля при подальшому його відніманні з урахуванням його середнього значення на карті, було взято таке значення, при якому нульова лінії, після вирахування фону, буде розташовуватися поблизу максимального градієнта поля. На рисунку 3.19 показаний результат відніманні фону. Порівнюючи отриману карту з попередньою, нова карта несе в собі більше інформації про будову. Чорною лінією (на карті а) показана ділянка дослідження.

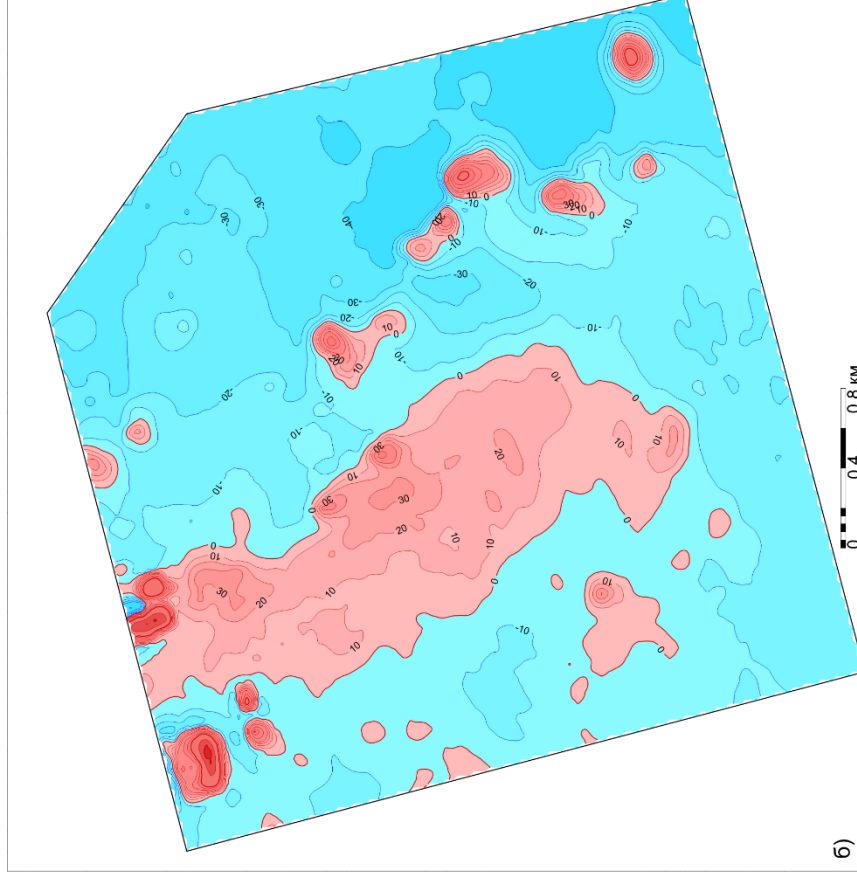
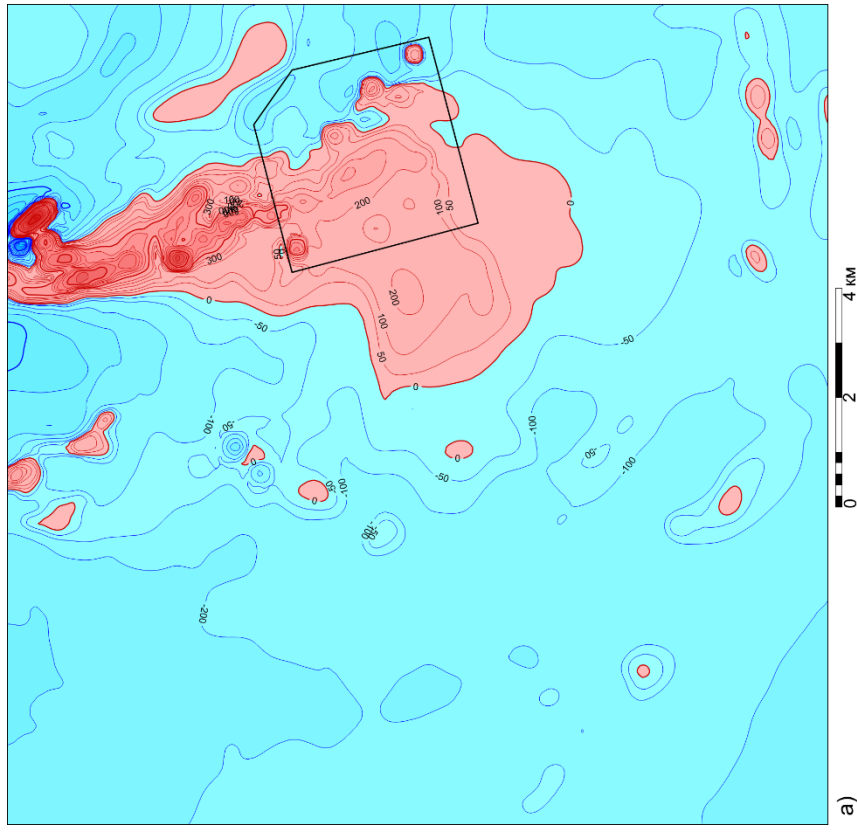


Рисунок 3.18 – Карти району (а) і ділянки робіт (б) магнітного (б) поля з віднятим фоном

Згладжування поля дозволяє позбутися від випадкової і систематичної помилок. На даному етапі підбиралося найоптимальніше вікно усереднення з точки зору геологічної інформативності. Для локального вивчення були прийняті наступні параметри згладжування полів: для гравітаційного поля – вікно усереднення 11 точок (220 м), для магнітного – 5 точок (100 м). Таке рішення було прийнято через наявність в гравітаційному полі профільних аномалій. Завдяки вибору більшого вікна усереднення, ніж відстань між профілями, аномальний ефект зникає.

Для вивчення регіональної будови були обрані інші параметри вікна усереднення. Додаткове утруднення створювали різні значення мережі спостереження матеріалів зйомок – для гравітаційного поля  $200 \times 200$  м, для магнітного –  $100 \times 100$  м. У зв'язку з цим було прийнято вікно усереднення для гравітаційного поля в два рази меншим, ніж для магнітного, так як розмір вікна усереднення поля безпосередньо залежить від відстані між точками. Були прийняті наступні параметри вікна усереднення поля: для гравітаційного поля – 11 точок (2 200 м), для магнітного поля – 21 точка (2 100 м).

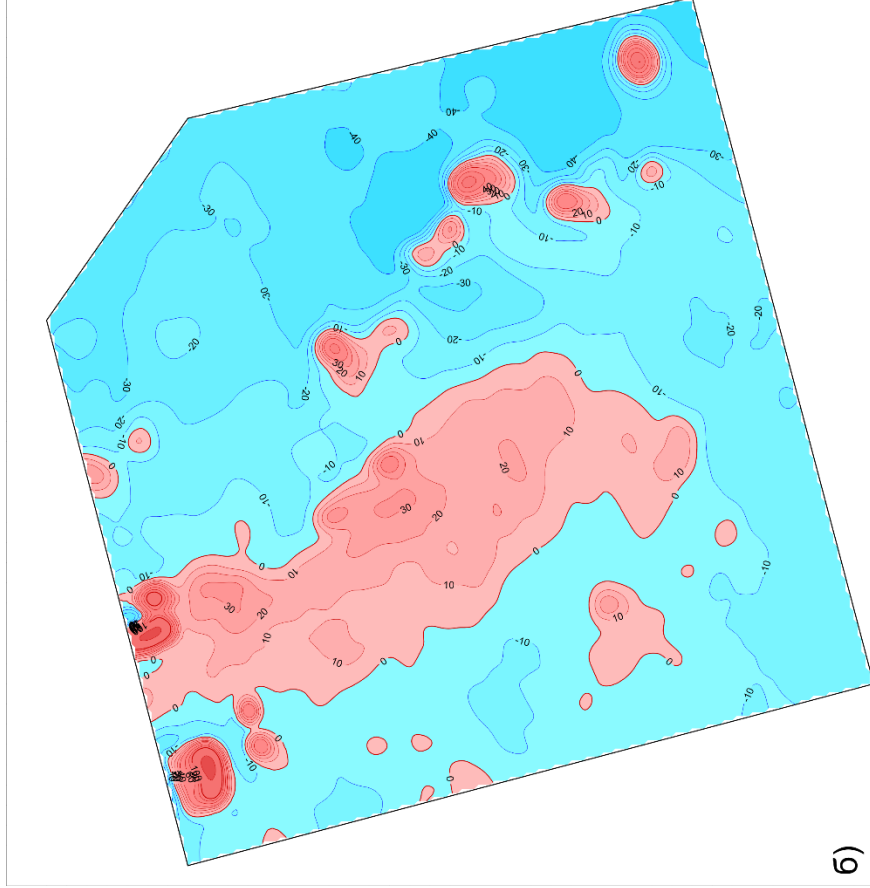
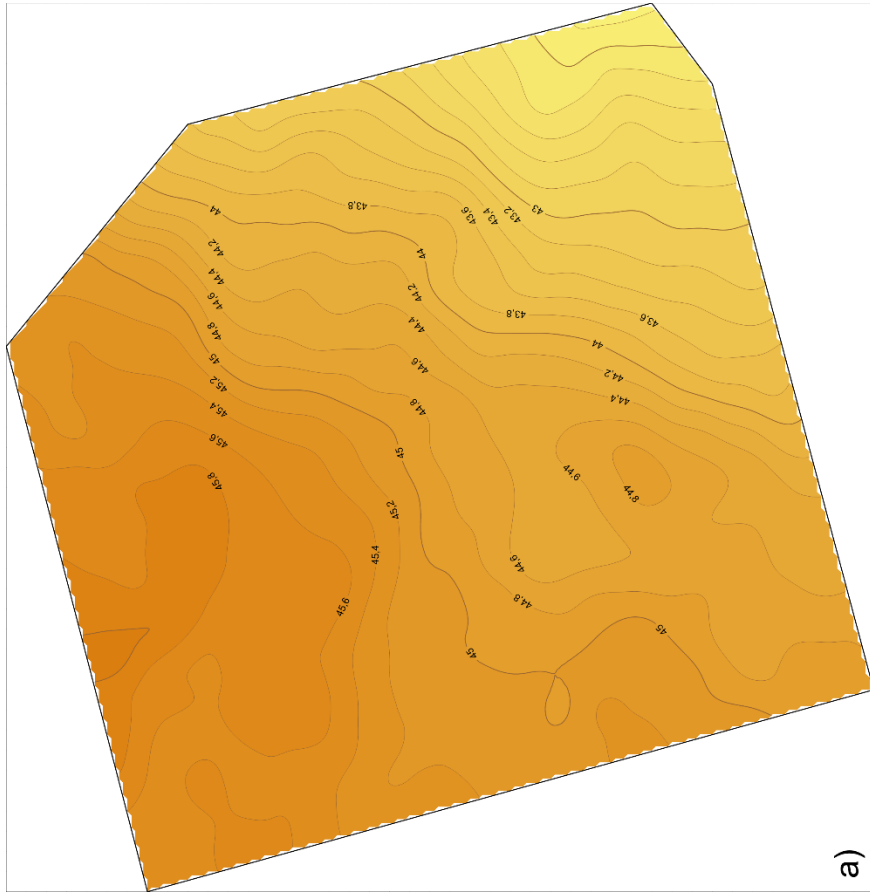


Рисунок 3.19 – Карты згладжених гравітаційного (а) і магнітного (б) полів ділянки робіт

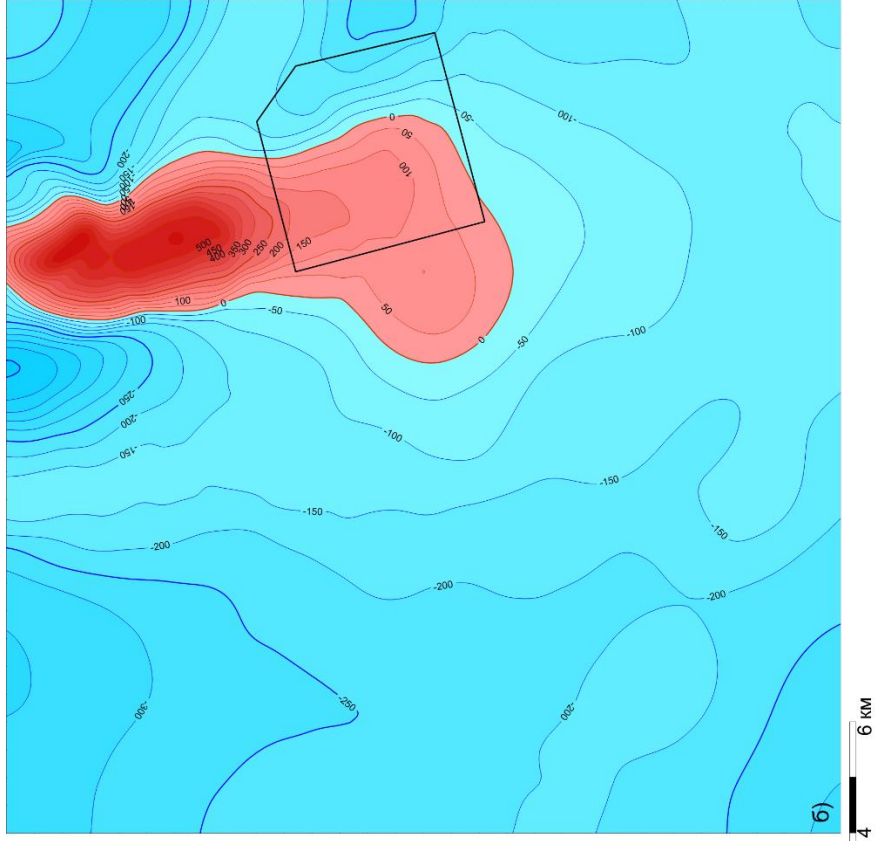
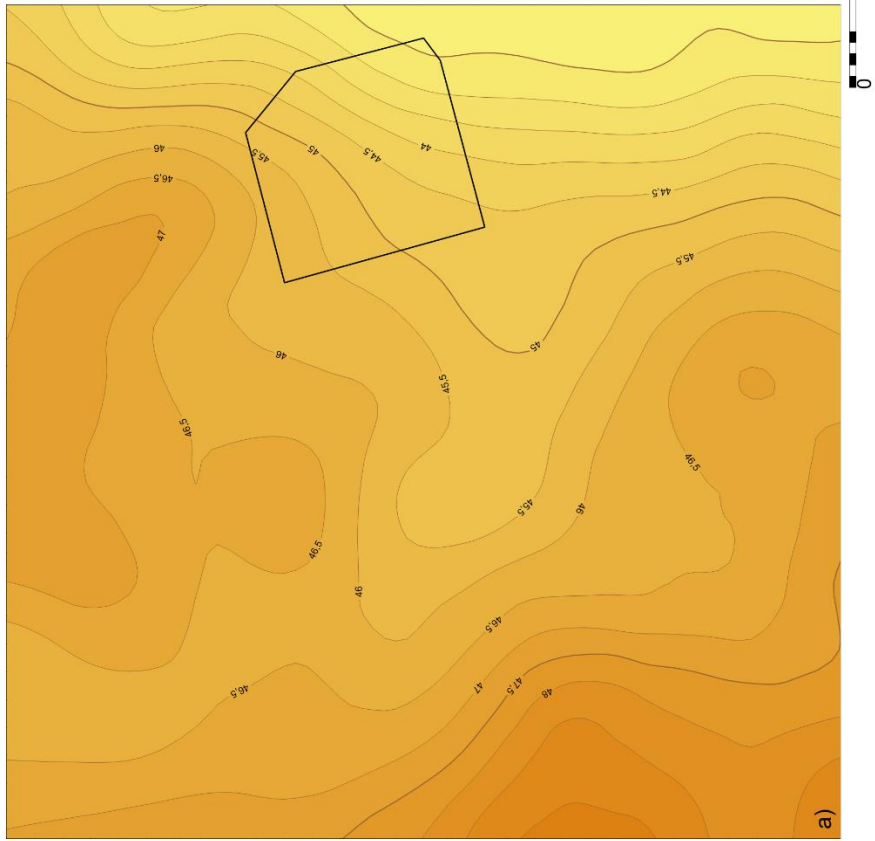


Рисунок 3.20 – Карти згладжених гравітаційного (а) і магнітного (б) полів району робіт



На другому етапі обчислення трансформацій були отримані карти кривизни (друга вертикальна похідна) для локальної (рисунок 3.22) і регіональної (рисунок 3.23) карт. Вищі похідні отримали широке застосування при виконанні інтерпретації. За допомогою цієї трансформації локалізуються і підкреслюються кордони зміни фізичних властивостей вздовж розрізу, послаблюється регіональний фон (вплив глибоко залягаючих і сусідніх порід), поділяються аномалії, викликані породами, які залягають на різній глибині. На другому етапі також були обчислені трансформації різниці полів, похідної кута нахилу поля і лінеаменти двох видів - по ізолінії нульового значення кривизни поля і зведені (трасовані) лінеаменти. Ці трансформації будуть в подальшому використовуватися на етапі петрофізичного картування при побудові петроцільнісної і петромагнітної карт, а також для лінеаментного аналізу.

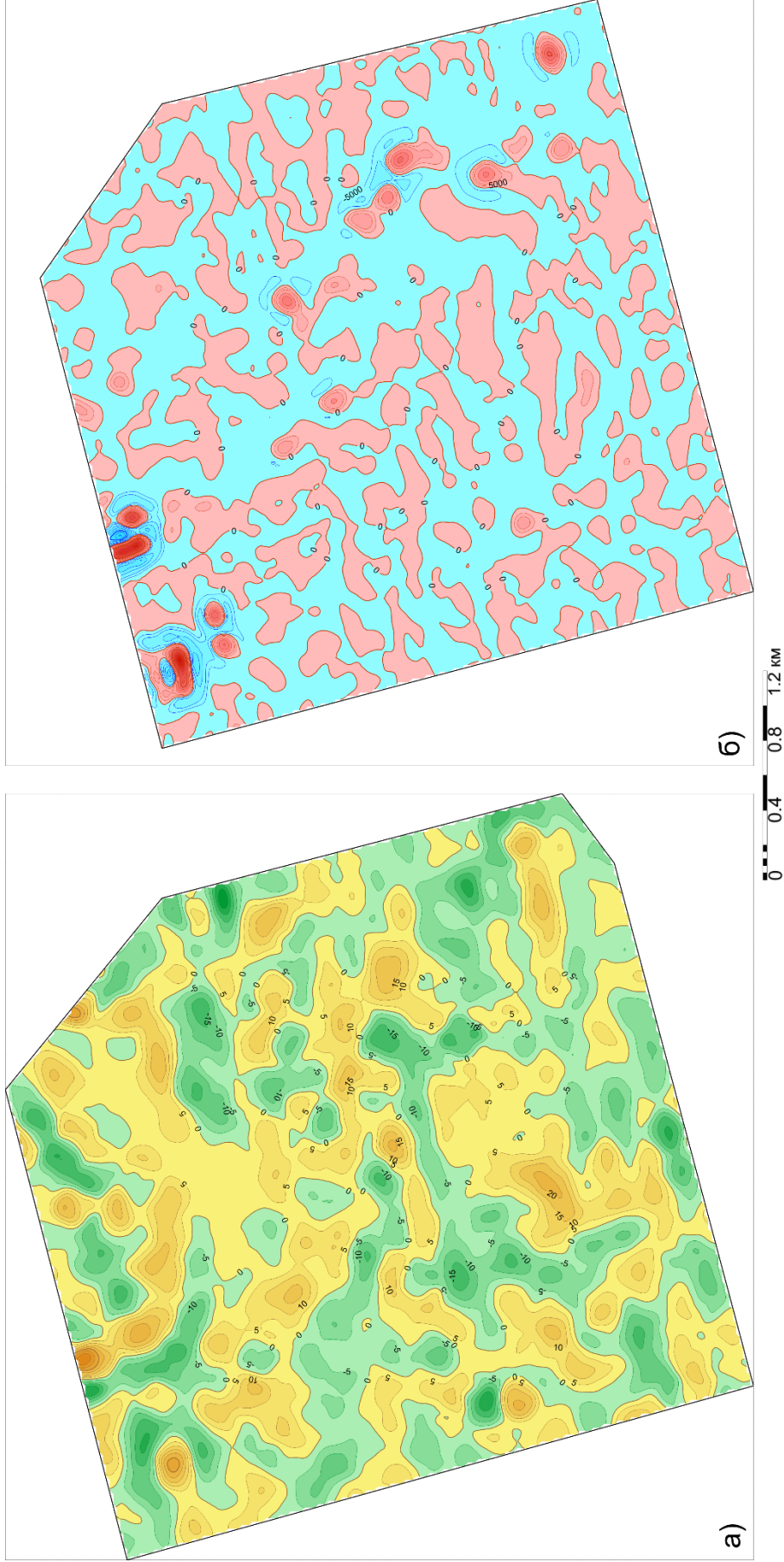


Рисунок 3.21 – Карты кривизны гравітаційного (а) і магнітного (б) полів ділянки робіт

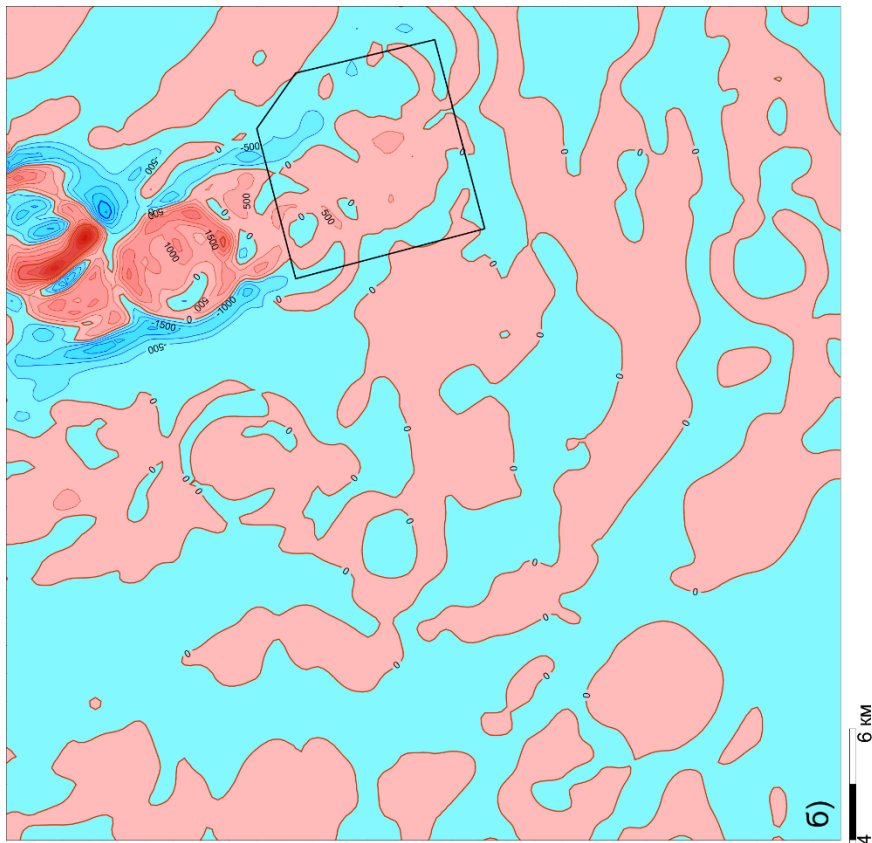
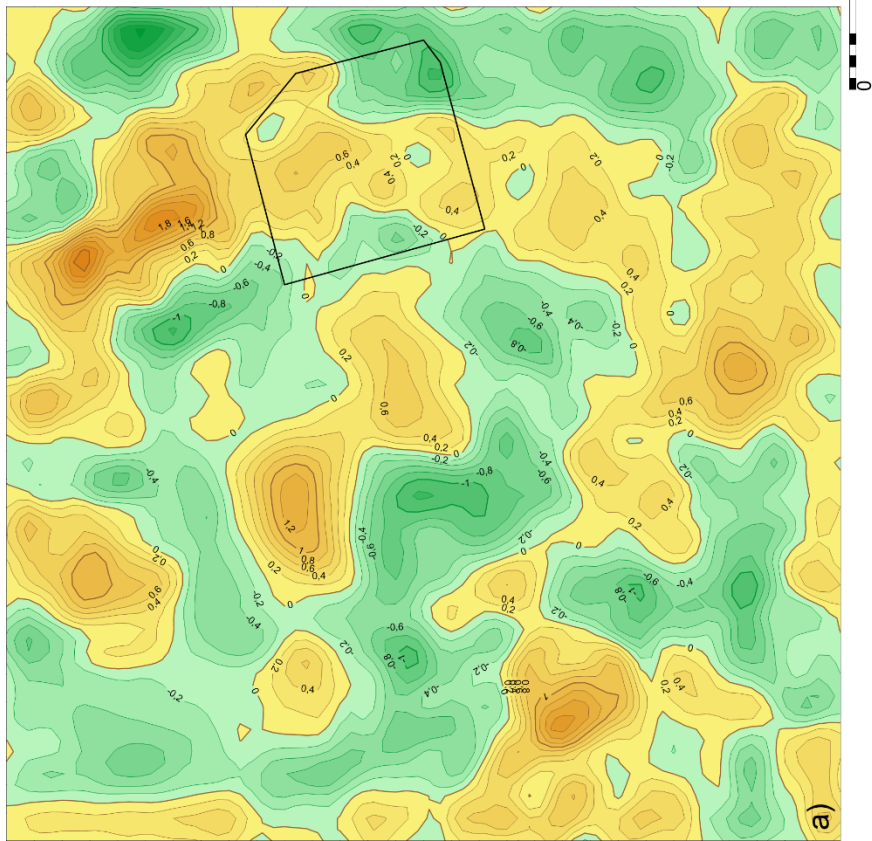


Рисунок 3.22 – Карты кривизни гравітаційного (а) і магнітного (б) полів району робіт

### 3.3 Лінеаментний аналіз геофізичних полів

Лінеаментний аналіз геофізичних полів району досліджень виконувався за допомогою програми «TransStrukSglNov», розробленої на кафедрі геофізичних методів розвідки НТУ «Дніпровська політехніка».

#### Формування значущих елементарних лінеаментів поля

Під значущим елементарним лінеаментом поля розуміють прямолінійний відрізок в точці екстремальних проявів будь-яких особливостей в полі і орієнтований перпендикулярно градієнту цих проявів. Наприклад, відрізки простягання екстремумів поля або максимальних значень його градієнтів. При аналізі полів найбільший геологічний сенс мають лінії максимальних градієнтів поля, які часто відповідають кордонам стрибкоподібної зміни фізичних властивостей. Ці кордони, як правило, збігаються з геологічними межами порід або тектонічними порушеннями.

З огляду на те, що лінії максимальних значень градієнтів випадкової двомірної функції є межами зміни знака її кривизни зручно для фіксації місця розташування значущих лінеаментів використовувати нульову ізолінію значень кривизни функції. Напрямок лінеаментів на площині має відповідати простяганню поля, тобто збігатися з перпендикуляром до вектору градієнта поля в точці. Надійність фіксації параметрів одиночних лінеаментів прямо пропорційна величині градієнта поля в точці і може бути відображена розміром лінеаментів: чим надійніше, тим довше.

Використання для аналізу геологічної будови лінеаментів поля (їх положення і орієнтування) замість похідних (ізоліній кривизни і векторів градієнта) поля не тільки спрощує сам аналіз, а й істотно підвищує надійність фіксації окремих особливостей геологічної будови району дослідження. Це пов'язано зі значним (на порядок) скороченням інформації для аналізу.

За згладженими регіональними картками кривизни гравітаційного і магнітного полів були побудовані лінеаменти за нульовою ізолінією кривизни поля і їхні зведені (трасовані) лінеаменти. Нижче на рисунку 3.24 наведені ка-

рти кривизни гравітаційного і магнітного полів з накладеними на них відповідними лінеаментами. Після чого на карти з лінеаментів були нанесені лінії тектонічних порушень. При нанесенні ліній тектонічних порушень враховувалися протяжність в одному напрямку лінеаментів, тому що чим довше лінеамент, тим з більшою впевненістю можна простежити витягнуті на велику відстань структури. У комплексі з векторними картами лінеаментів враховувалися також на картах кривизни гравітаційного і магнітного полів наявність аномалій з перетином або зрушенням, які проходять вздовж напрямку лінеаментів.



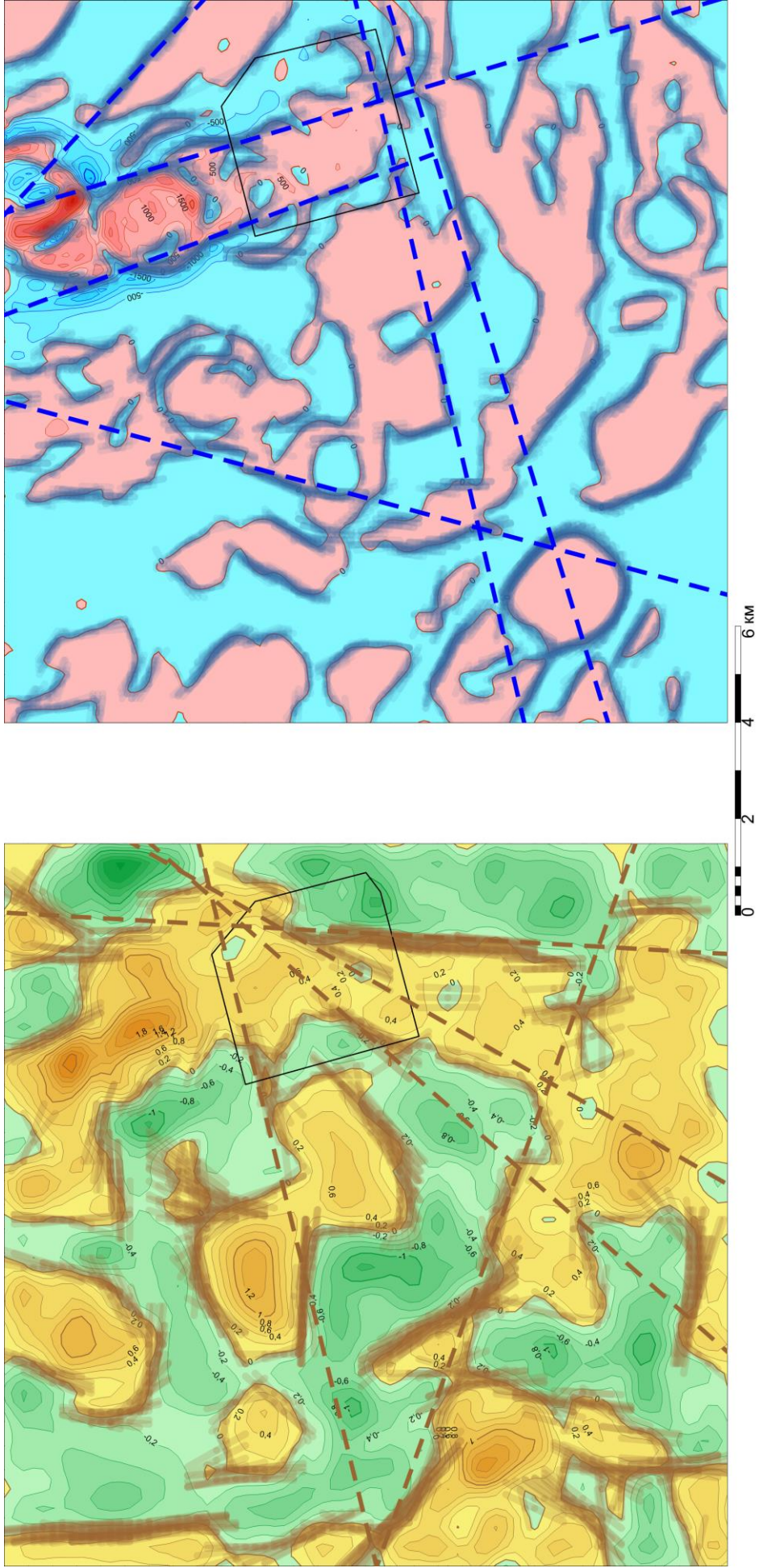


Рисунок 3.23 – Карты порушень кривизни гравітаційного (а) і магнітного (б) полів з лінеаментами району робіт



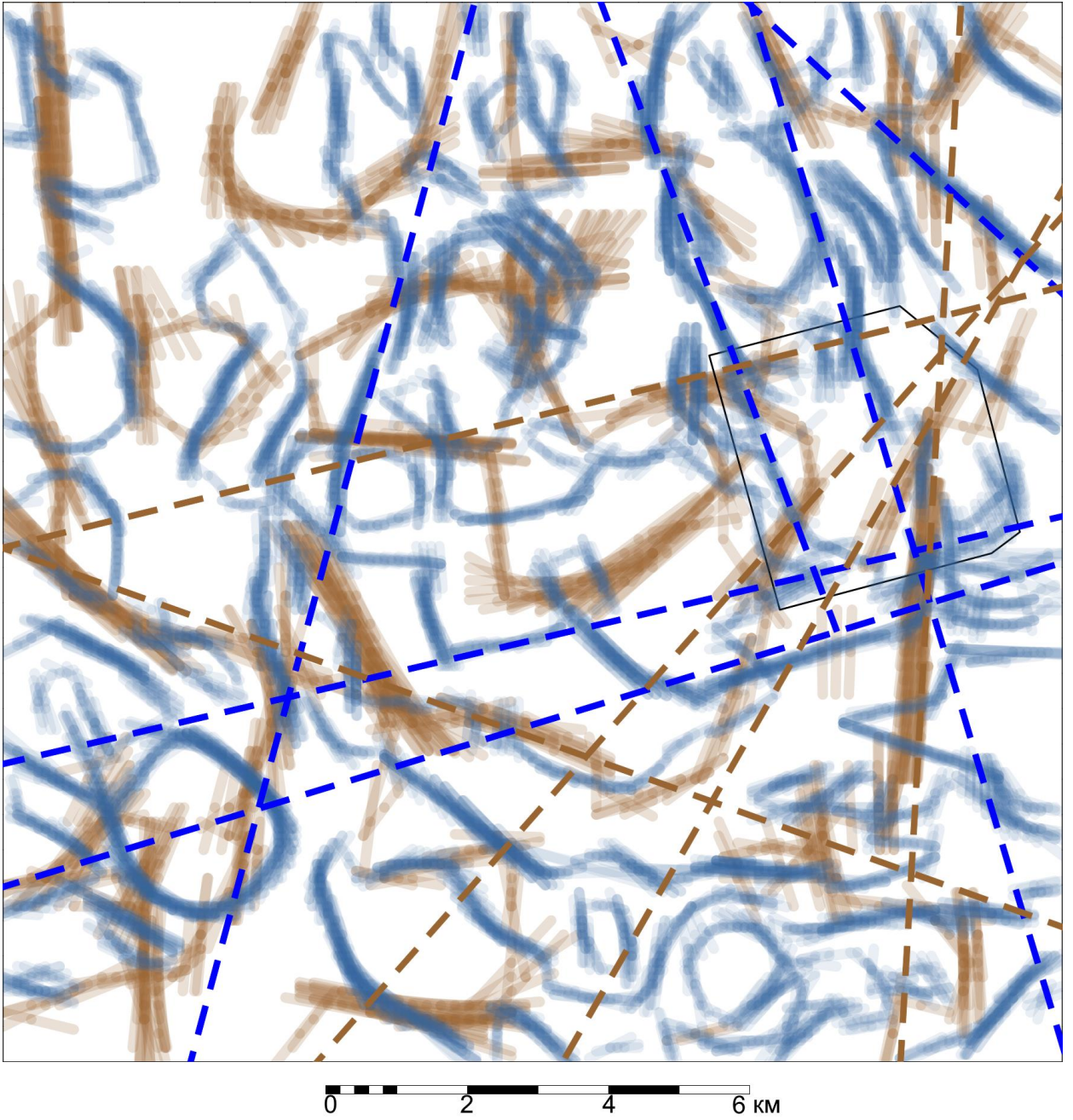


Рисунок 3.24 – Карта лінементів, побудованих по кривизні гравітаційного (коричневий колір) і магнітного (синім кольором) полів з нанесеними розривними порушеннями

### 3.4 Петрофізичне картування порід ділянки робіт

Петрофізичне картування дозволяє відобразити розподіл зміни фізичних властивостей в просторі або на якій-небудь ділянці. На даному етапі надається можливість за отриманими результатами виділити окремі групи порід за фізичними властивостями.

За результатами обчислення трансформацій на ділянці дослідження гравітаційного і магнітного полів (карти кривизни, різниці полів і похідної кута нахилу поля) були побудовані петрощільнісні і петромагнітні карти, що відображають щільнісний і магнітний розподіл на площі. Карти були побудовані шляхом сумарного об'єднання карт кривизни, різниці полів і похідної кута нахилу поля. При побудові петрощільнісної карти використовувалися як позитивні, так і негативні значення трансформацій поля, тим самим отримуючи ділянки з підвищеними і зниженими властивостями щільності порід. Петромагнітна карта будувалася тільки по позитивних значень трансформацій магнітного поля через відсутність яскраво виражених негативних ділянок трансформації поля. Також варто звертати увагу на те, що в магнітному полі негативні аномалії можуть свідчити супутнім мінімумам від позитивних аномалій.

Для кращої виду і спільної побудови петрофізичних карт щільності і магнітності, кожній карті була зменшена прозорість. Ділянки зниженої щільності позначені зеленим кольором, підвищеної щільності - коричневим, червоним і рожевим кольором позначені ділянки з підвищеними магнітними властивостями.



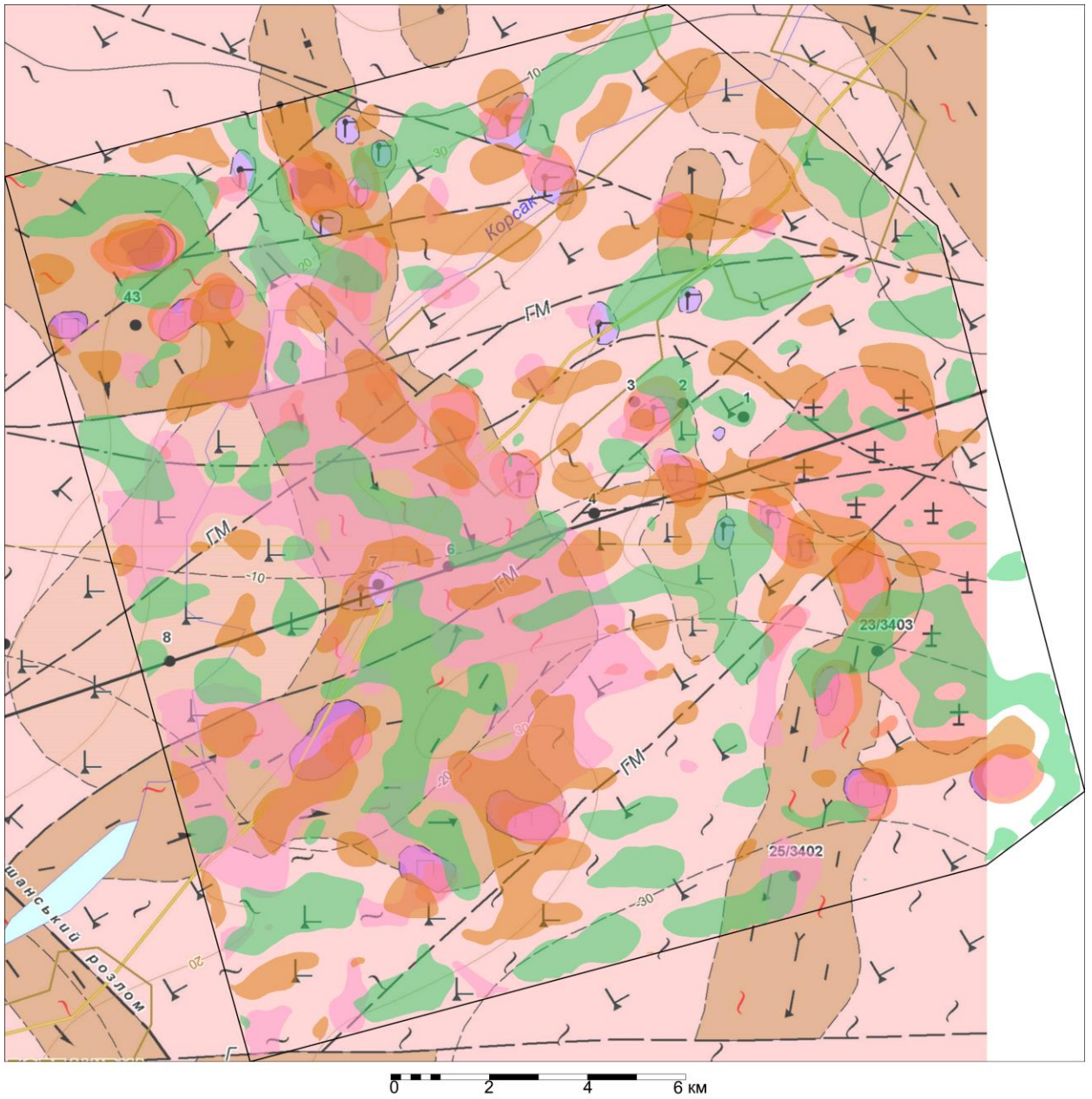


Рисунок 3.25 – Петрофізична карта накладена на карту комплексної інтерпретації минулих робіт

## ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Виконана переінтерпретація гравітаційних і магнітних даних на Богданівській ділянці для дослідження ультрабазитів. В якості первинних матеріалів виступав звіт 1971 р. Мартинова В. П. та ін. про комплексні геофізичні роботи на Кам'яно-Могильському залізрудному родовищі в Західному Приазов'ї. Для вивчення регіонального будови поблизу ділянки дослідження використовувалися матеріали звіту про геофізичне вивчення над; геофізичні роботи по підготовці геофізичної основи під ГДП-200 території аркуша L-36-XII (Мелітополь) 2008 р.

Були розраховані трансформації для гравітаційного та магнітного полів для подальшого виконання якісної інтерпретації. Головною цілю інтерпретації була зміна вивчення об'єкту пошуку, замість пластів залістих кварцитів, новим об'єктом пошуку були штокоподібні ультрабазитові тіла, перспективні на виявлення інтрузій трубчатого типу в яких можуть знаходитись алмази.

В ході побудови цифрової моделі були вивчені ефекти, які проявляються при виборі меншого кроку інтерполяції поля. За рахунок чого виникає згладжуваний ефект ізоліній. Помилка, яка носить випадковий або системний характер, залишається і рівномірно розповсюджується по сусіднім точкам.

За допомогою обчислення трансформацій поля була виконана якісна інтерпретація на Богданівській ділянці Західного Приазов'я штокоподібних тіл, перспективних на виявлення інтрузій трубчатого типу. За допомогою лінеamentного аналізу і трансформованих полів були побудовані карти з тектонічними порушеннями на ділянці дослідження. Дані ділянки з тектонічними порушеннями мають потенційний інтерес, як місця скупчення родовищ корисних копалин. Насамперед тіл ультрабазитів, які представлені алмазоносними породами.

Для покращення якісної інтерпретації рекомендується виконати моделювання для тіл ультрабазитів з вибором найбільш оптимальних фізичних і геометричних параметрів, які розповсюджуються по всій ділянці дослідження.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Анісковіч М.Ф. та ін. Звіт про результати дослідно-методичних робіт і за визначенням геофізичних пошукових ознак рудоносних об'єктів в східній частині УЩ за 1982-1984 рр.
2. Боровко М.М. Оптимізація геофізичних досліджень при пошуках рудних родовищ. Л., Недра, 1979. 212 с.
3. Гладченко Л.Г. та ін. Звіт про вдосконалення методики геофізичних досліджень при геологічному картуванні і пошуках рудних корисних копалин в південно-східній частині України, 1980.
4. Золотарьова Л.І. та ін. Результати підготовки геофізичної основи під ГГК-50 в Мелітопольському районі (планшети L-36-48-А, Б, В, Г). Звіт по титулу 228/89 за 1989-91 рр. Фонди ДГЕ, г. Дніпропетровськ, 1991.
5. Інструкція з гравірознавства. М., Недра, 1980.
6. Інструкція з магніторозвідки. Л., Недра, 1981.
7. Кіньшаков В.Н. та ін. Звіт про результати середньомасштабного глибинного геологічного картування докембрійського фундаменту і нижньокрейдових відкладів південного схилу УЩ, проведеного на території планшетів L-36-V, VI, X, XI в 1974-76 рр.
8. Комплексування геофізичних методів при вирішенні геологічних задач. (Під ред. Нікітського В.Є., Бродового В.В.) 2-е вид. М., Недра, 1987. 278 с.
9. Мартинов В.П. та ін. Звіт про комплексні геофізичні роботи на Кам'яно-Могильському залізорудному родовищі в Західному Приазов'ї (роботи Приморської геофізичної партії 284/71). Дніпропетровськ, 1971.
10. Пігулевський П. Г. Звіт про геофізичне вивчення надр. Геофізичні роботи по підготовці геофізичної основи під ГДП-200 території аркуша L-36-XII (Мелітополь). Дніпропетровськ, 2008.
11. Серкеров С. А. Гравірознавство і магніторозвідка: Підруч. для вузів. – М.: ВАТ Видавництво «Недра», 1999. – 437 с.: іл.

12. Шпильчак В.А. і ін. Геологічна будова і корисні копалини басейнів річок Домузла і Корсак. Звіт про результати геологічної зйомки листів L-36-48-A-a, в; -Б-б, г; -В, -Г і геологічного довивчення листів L-36-48-A-б, г; -Б-а, в масштабу 1:50 000 з загальними пошуками в комплексі з геоекологічними дослідженнями масштабу 1:50 000, виконаними Строгановским ДСО в 1991-1995 рр. Фонди КП «Південукргеологія». Дніпропетровськ, 1995.