

Міністерство освіти і науки України

НТУ «Дніпровська політехніка»



МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
до виконання практичної роботи №2
«АНАЛІЗ КОМПЛЕКСУ ГЕОФІЗИЧНИХ
АНОМАЛІЙ, ПОВ'ЯЗАНИХ ІЗ ОСОБЛИВОСТЯМИ
РОЗЛОМНО-БЛОКОВОЇ ТЕКТОНІКИ»
з дисципліни «Комплексування геофізичних методів»
для магістрів спеціальності 103 Науки про Землю

**Дніпро
2022**

Методичні рекомендації до виконання практичної роботи №2 «Аналіз комплексу геофізичних аномалій, пов'язаних із особливостями розломно-блокової тектоніки» з дисципліни «Комплексування геофізичних методів» для магістрів спеціальності 103 Науки про Землю / О.К. Тяпкін. – Дніпро: НТУ «ДП», 2022. – 21 с.

Автор:
О.К. Тяпкін

Затверджено до видання за поданням методичної комісії зі спеціальності 103 Науки про Землю 19.08.2022 (протокол № 8)

Подано методичні рекомендації з практичних занять з дисципліни «Геофізичні методи рішення геоекологічних і інженерних задач».

Відповідальний за випуск завідувач кафедри геофізичних методів розвідки, доктор геол. наук, проф. М.М. Довбніч

Вступ

Дисципліна «Комплексування геофізичних методів» вивчається магістрами спеціальності 103 «Науки про Землю», об'єднує навички ряду дисциплін, пов'язаних з формуванням уявлень, знань і умінь щодо основних засад та принципів комплексування геофізичних методів при вирішенні геологорозвідувальних та інших природокористувальних задач.

Ключове значення, для розуміння всіх процесів у надрах Землі та на її поверхні, має проблема вивчення різноманітних за своїм типом, кінематичними формами, механізмом впливу, інтенсивності та спрямованості сучасних тектонічних рухів, які призводять до змін у динаміці напруженого стану земної кори, вертикальних і горизонтальних переміщених неоморфоструктур, сучасних рельєфоутворюючих процесів і ландшафтів, геофізичних і геохімічних процесів, а також викликають різні катаклізми: землетруси, цунамі, вулканічні явища та інші. Однак тектонічні рухи, як і більшість інших геологічних процесів, через величезну тривалості та повільність їх течії, не завжди доступні безпосередньому вивченню. Про них можна судити тільки за результатами дослідження сучасної тектонічної (розломно-блокової) будови, що є кінцевим продуктом тектонічних рухів.

Самі розломи – це не прості розривні порушення і навіть не їх концентрації, а складні міжблокові тектонічні структури багатоактного утворення, сформовані в результаті декількох тектонічних активізацій, що послідовно проходили. Кожен розлом є джерелом закономірно розташованих локальних полів напруги і деформації, які визначають підвищену тріщинуватість і водопроникність масивів гірських порід, підвищену швидкість сучасних рухів земної кори, що визначають потенційні зони яроутворення, просядок, зсувів та інших сучасних екзогенних геологічних процесів. Розломи можуть порушувати захищеність підземних водоносних горизонтів від забруднення, як шляхи міграції природно-техногенних хімічних сполук. Системи розломів земної кори визначають «геоекологічний» стан територій за рахунок суттєвого підвищення техногенного навантаження: до річок, мережа

яких визначена цими системами розломів, тяжіють населені пункти і великі промислові виробництва; із розломами пов'язана абсолютна більшість родовищ корисних копалин і, відповідно, розвиток гірничодобувної галузі. Саме розлами мають важливе як структуроутворююче, так і рудоконтролююче значення. Вони є шляхами надходження та накопичення рудних елементів аж до кондиції родовищ. Також просторово-часова нестабільність напружено деформованого стану земної кори, що визначається тектонічною активізацією глибинних розломів, істотно впливає на швидкість і шляхи міграції вуглеводнів, тобто. на нафтогазоносність конкретних територій. У світлі останнього тектонічний фактор також відіграє істотну роль у визначенні закономірностей розміщення родовищ нафти та газу. Активність сітки глибинних розломів докембрійського фундаменту під час седиментації проявляється в закономірному розташуванні ліній виклинювання (фаціального заміщення) теригенних відкладень та пасток вуглеводнів.

Будь-яка зміна господарського використання природних ресурсів, що склалося без урахування особливостей тектонічної будови, може призвести до порушення основних компонентів довкілля на конкретній території. Тому тектонічний фактор і, в першу чергу, інформація про системи розломів земної кори грають важливу роль при підготовці основи комплексних геофізичних досліджень, що випереджають як геологічне, так і геоекологічне картування і наступний моніторинг досліджуваних територій.

Для побудови тектонічної основи досліджуваної території використовують відомі уявлення про системи докембрійських розломів, що характеризуються єдиними планетарними закономірностями розміщення тектонічних структур. Також необхідно відзначити таке. За дуже рідкісним винятком прямі визначення орієнтації розломів у просторі лише за геологічними даними дуже утруднені. Комплекс геофізичних методів (і особливо - гравірозвідка і магніторозвідка) виявляються більш ефективними при визначенні місця розташування та просторової орієнтації розломів, а часто з їх допомогою можна оцінювати напрямок падіння і кут нахилу осьових площин фрагментів розломів,

а також різницю рівнів ерозійних зрізів літосферних блоків, що поділяються ними. Комплексування зазначених «легких» геофізичних методів у межах УЩ успішно використовуються для вивчення розломно-блокової тектоніки кристалічного фундаменту в геологорозвідувальному процесі. Останнє не залежить від обраних тектонічних концепцій тому, що спирається на виявлення та простеження лінійних особливостей (аномалій) фізичних полів.

Глибинні розломи крім чіткого прояву в «стаціонарних» аномаліях потенційних геофізичних полів («сходи», лінійні локальні аномалії, лінійні межі зміни «малюнка» ізоліній поля, порушення регулярності їх поведінки) – можуть контрастно відбиватися в аномаліях варіацій електромагнітного і гравітаційного полів, а також зміні концентрації гелію та радіоактивних газів у земних надрах. Різноманітний та контрастний прояв у геофізичних даних внутрішньої структури та динаміки розломів визначає можливість виявлення їх сучасної активності за допомогою комплексу геофізичних методів.

Зміст практичної роботи №2 «Аналіз комплексу геофізичних аномалій, пов'язаних із особливостями розломно-блокової тектоніки» сприяє досягненню наступних програмних результатів навчання освітньо-професійної програми магістрів, розробленої в НТУ «Дніпровська політехніка»:

- «оцінювати еколого-економічний вплив на довкілля при впровадженні інженерних заходів та проектувати природоохоронні заходи за комплексом геолого-геофізичних даних»;

- «виконувати геологічну інтерпретацію даних, які отримано за результатами спільного аналізу геофізичних полів»;

- «розробляти та реалізовувати схеми сумісної інтерпретації геофізичних полів».

Мета

Аналіз комплексу геолого-геофізичних даних для визначення локальних особливостей анізотропії розломно-блокової тектоніки Українського щита.

Об'єкт досліджень

Аномалії фізичних полів, які пов'язані із особливостями розломно-блокової тектоніки

Предмет досліджень

Нормовані суми геолого-геофізичних і геоморфологічних ознак систем розломів та окремих розломів в системах для виявлення локальних просторових максимумів/мінімумів «геолого-геофізичного» прояву як систем розломів в цілому, так і окремих напрямків розломів у системах.

Теорія і зміст роботи

Розривні порушення Українського щита (УЩ) можуть бути поділені на три групи: а) глибинні розломи, що визначають границі геоблоків і блоків першого ряду (Тальнівський, Саркiнсько-Варварівський, Первомайський-Трактеміровський, Криворізько-Кременчуцький та ін.); б) глибинні розломи, обмежуючи блоки нижніх порядків (Поліський, Придністровський, Трояновський, Інгулецький, Хмельницький та ін.), та в) внутрішньоблокові розломи. Морфологія розривних порушень досить різноманітна. Вони виражені широкими смугами трищинуватості, мілонітизації, катаклазу, брекчірування, специфічним проявом процесів магматизму та метаморфізму. Серед них можуть бути виділені розривні порушення, обумовлені силами стиснення (взброси та зрушення) та розтягування (скиди і раздвіги). Час формування розривних порушень також різне. Найбільш давніми є субмеридіональні розломи, що сформувалися в архейський час, коли почали формуватися складчасті структури досвекофено-карелід. Деякі з них були досить активні не тільки в протерозої, але і у палеозої (Центрально-Приазовський), розвиток інших закінчився у ранньому протерозої (Тетерівський, Немирівський та ін.). З утворенням цих розломів пов'язано поділ УЩ на ряд геоблоків та шовних зон. Так, Голованівська шовна зона

обмежена Тальнівською та Первомайсько-Трактемировським правосторонніми здвигами-надвигами; Орехово – Павлоградська – відповідно Орехово-Павлоградським і Азово-Павлоградським різноспрямованими розломами. Активізація вказаних розломів пов'язана з орогенічними рухами раннього протерозою, коли почав формуватися вулкано-плутонічний пояс УЩ.

За характером складчастості найбільш різко відрізняється Придніпровський блок, обмежений з заходу і сходу Криворізько-Кременчуцьким та Орехово-Павлоградським глибинними розломами. Тут широко розвинені великі плагіогранітомігматитові купола та вали – Саксаганський, П'ятихатський, Криничанський та ін., а також своєрідні синклінальні та моноклінальні форми – Верховцевська, Чортомлицька, Конкська, Кобеляцька, Білозерська та ін., що утворюють зеленокам'яне підняття. Зовсім інший характер складчастості відзначається в Кіровоградському, Волинському та інших блоках. Відмінною особливістю будови Кіровоградського блоку є наявність в його межах великих куполовидних антикліналей, в ядрах яких розташовуються масиви гранітоїдів. Найбільш великими представниками цього типу структур можуть служити Новоукраїнський, Богуславський, Кіровоградський, Вознесенський та інші масиви.

В результаті попередніх геолого-геофізичних досліджень в межах УЩ встановлені наступні закономірності просторового розташування розломних структур.

1. Регіональні розломи на щиті розташовуються не довільно, а укладаються в певні системи.

2. Кожна система характеризується витриманістю азимутів простягання розломів, їх взаємної ортогональності, витриманістю інтервалів між розломами одного порядку.

3. Розломи різних систем, як правило, відрізняються один від одного геологічними особливостями і часом виникнення, але утворюють подібні між собою сітки, розгорнуті одна по відношенню до іншої на деякий кут.

4. Між докембрійськими розломними і складчастими структурами спостерігається певний взаємозв'язок.

За даними детальних геолого-геофізичних досліджень в межах УЩ встановлено шість систем розломів, що характеризуються наступними парами азимутів простягання: 0 і 270°, 17 і 287°, 35 і 305°, 45 і 315°, 62 і 332°, 77 і 347°. Встановлено, що найбільші з них (умовно I порядку для даного регіону) відстоять один від одного на відстанях ~140 км. Між ними спостерігаються паралельні їм розломи на відстанях рівних 1/2, 1/4, 1/8 і т.д. інтервалу між розломами I порядку. Це розломи відповідно II, III і наступних порядків. Більші розломи відрізняються від розломів вищих порядків більш чіткими проявами в фізичних полях і особливостями геологічної будови поділюваних ними ділянок верхньої частини тектоносфери, більшою шириною зони прояви і більшою глибиною проникнення в тектоносферу.

Природним наслідком виникнення систем розломів в кожену епоху тектонічної активізації є блокування тектоносфери. Взаємне перетинання розломів різних порядків утворює системи тектонічних блоків відповідних порядків. Під цими блоками розуміють ділянки земної кори, обмежені розломами і характеризуються певною спільністю геологічної будови, обумовленої єдиною історією формування.

Всі геологічні ознаки розломів так чи інакше проявляються в гравітаційному і магнітному полях. Над фрагментами розломів, які поділяють блоки, складені породами різного складу, спостерігаються гравітаційні і магнітні ступені в рівнях полів. Магматичні новоутворення основного або ультраосновного складу, пов'язані з виникненням розломів або подальшими їх активізаціями, характеризуються, як правило, підвищеною намагніченістю і надлишковою щільністю в порівнянні з гранітоїдами. У магнітному полі їм будуть відповідати позитивні лінійні аномалії Z_a або явно

виражені «ланцюжка» позитивних слабо витягнутих або ізометричних локальних аномалій інтенсивністю від декількох сотень до перших тисяч нТл. У гравітаційному полі проявляються тільки великі масиви інтрузивних утворень у вигляді локальних лінійних позитивних аномалій. Вплив окремих дайок і навіть дайкового поясів не перевищує 1 мГл і зазвичай затушовується впливом сусідніх неоднорідностей. Процеси серпентинізації в дайках і малих масивах порід ультраосновного складу, підвищуючи їх намагніченість, зменшують їх надмірну щільність.

Раніш була розробка уніфікованої шкали кількісної оцінки вагових коефіцієнтів різних груп геолого-геофізичних ознак систем розломів земної кори (Табл.1). Ці коефіцієнти віддзеркалюють ступень прояву окремих груп та підгруп ознак (індикаторів) систем розломів. «Вага» усіх груп ознак нормована до одиниці.

Таблиця 1 – Уніфікована шкала кількісної оцінки вагових коефіцієнтів різних груп геолого-геофізичних ознак систем розломів земної кори

№	Група ознак	Підгрупа ознак	Опис ознаки	«Вага»
1	геофізичні	гравітаційне поле	Ступінь в рівнях поля	0,5
			Лінійні особливості поля	0,4
			Зміна рисунку поля	0,25
			Прояв слабкий	0,11
			Прояв відсутній	0
		магнітне поле	Ступінь в рівнях поля	0,5
			Лінійні особливості поля	0,4
			Зміна рисунку поля	0,25
			Прояв слабкий	0,11
			Прояв відсутній	0
2	геолого-металогеничні	геологічні	Геологічні утворення з лінійними особливостями	0,67
			Геологічні утворення без лінійних особливостей	0,5
			Відсутність геологічних утворень	0
			Прояв вторинних процесів	0,22
			Відсутність цих проявів	0
		металогеничні	Прояв рудних формацій	0,11
			Відсутність цих проявів	0
геоморфологічні	Рельєф поверхні	Лінійні L_i/L_{max}	до 0,67	
	Рельєф	Локальні утворення з лінійними	0,33	

№	Група ознак	Підгрупа ознак	Опис ознаки	«Вага»
		фундаменту	особливостями	
			Локальні утворення без лінійних особливостей	0,11
			Відсутність локальних особливостей	0

Використовуючи Каталог ознак розломів Українського щита (Тяпкін К.Ф., Гонтаренко В.М., 1990) на конкретних розрахункових точках (полігонах) із використанням вказаної уніфікованої шкали можуть бути визначені вагові коефіцієнти геолого-геофізичних і геоморфологічних ознак різних систем розломів та їх нормована сума. В цілому зафіксована просторова мінливість нормованої суми вагових коефіцієнтів усіх груп ознак різних напрямків розломів на досліджуваних точках-полігонах може бути основою для детального вивчення «роздробленості» приповерхневого шару земної кори для вирішення широкого кола геологорозвідувальних та інженерно-геоекологічних завдань за комплексом геолого-геофізичних даних.

Завдання

Для конкретних розрахункових точок (полігонів) із використанням уніфікованої шкали (Табл.1) визначити вагові коефіцієнти геолого-геофізичних і геоморфологічних ознак різних систем розломів та їх нормовану суму (*Варіанти завдань у Додатку 1*).

У якості вихідних даних використовуються картосхеми (вिकопіювання з Карти систем докембрійських розломів України масштабу 1:500000, автори: К.Ф. Тяпкіним, В.М. Гонтаренком, Е.Ф. Берзеніною, 1984 р.) та Каталог ознак розломів Українського щита (Тяпкін К.Ф., Гонтаренко В.М., 1990).

Для обраних точок-полігонів (*Додаток 1*) необхідно визначити найближчі до них фрагменти розломів усіх шести систем простягання глибинних розломів УЩ (0 і 270°, 17 і 287°, 35 і 305°, 45 і 315°, 62 і 332°, 77 і 347°). Для цього використані картосхеми цих систем (*Додатки 1 і 2*). У разі розташування точки (полігону) на приблизно рівній відстані від розломів однієї системи – для подальших розрахунків використовується інформація

про всі розломи, розташовані біля точки дослідження (усереднена для конкретного напрямку в системі).

Результати розрахунків необхідно представити у вигляді «розгорнутої троянди-діаграми» – графіка з напрямками систем розломів та окремих розломів в системах по осі абсцис, в градусах, та нормованих сум геолого-геофізичних і геоморфологічних ознак систем розломів та окремих розломів в системах по осі ординат. Отримані результати розрахунків необхідно супроводити виявленням та описом виявлених максимумів/мінімумів «геолого-геофізичного» прояву систем розломів та окремих напрямків розломів у цих системах.

Критерії оцінювання

Головним критерієм оцінювання цієї частини роботи є отримання вірних результатів обчислення нормованих сум геолого-геофізичних і геоморфологічних ознак систем розломів та окремих розломів в системах для конкретних розрахункових точок (полігонів), а також виявлених максимумів/мінімумів «геолого-геофізичного» прояву як систем розломів в цілому, так і окремих напрямків розломів у системах.

Зміст і оформлення звіту

Звіт з практичної роботи виконується на аркушах білого паперу формату А4 в друкованому (*Додаток 3*) та в електронному вигляді. У звіті необхідно вказати для кожної частини роботи мету, вихідний матеріал, результати розрахунків, висновки та загальний список використаної літератури.

Контрольні питання для підготовки до захисту практичної роботи

1. Необхідність вивчення тектонічних рухів для розуміння всіх процесів у надрах Землі та на її поверхні?

2. Уявлення про системи докембрійських розломів, відновлених за комплексом геолого-геофізичних даних?

3. Скільки систем розломів встановлено в межах УЩ за даними геолого-геофізичних досліджень та якими азимутами простягання вони характеризуються?

4. Основні закономірності просторового розташування розломних структур Українського щита?

5. Що розуміють під тектонічними блоками?

6. Як глибинні розломи проявляються у геофізичних полях?

7. Що таке уніфікована шкала кількісної оцінки вагових коефіцієнтів різних груп геолого-геофізичних ознак систем розломів земної кори?

8. Які геофізичні ознаки систем розломів земної кори?

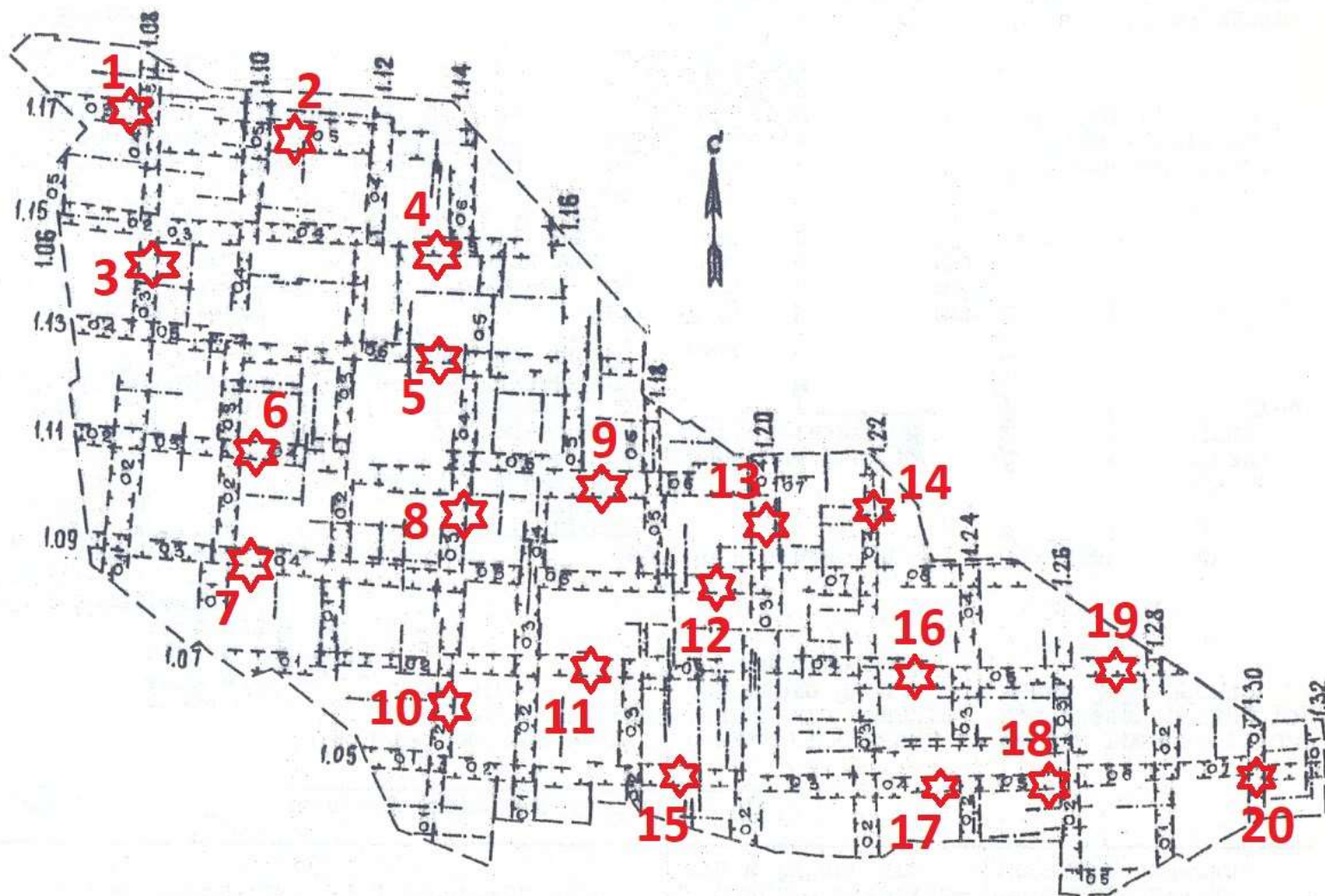
9. Які геолого-металогенічні ознаки систем розломів земної кори?

10. Які геоморфологічні ознаки систем розломів земної кори?

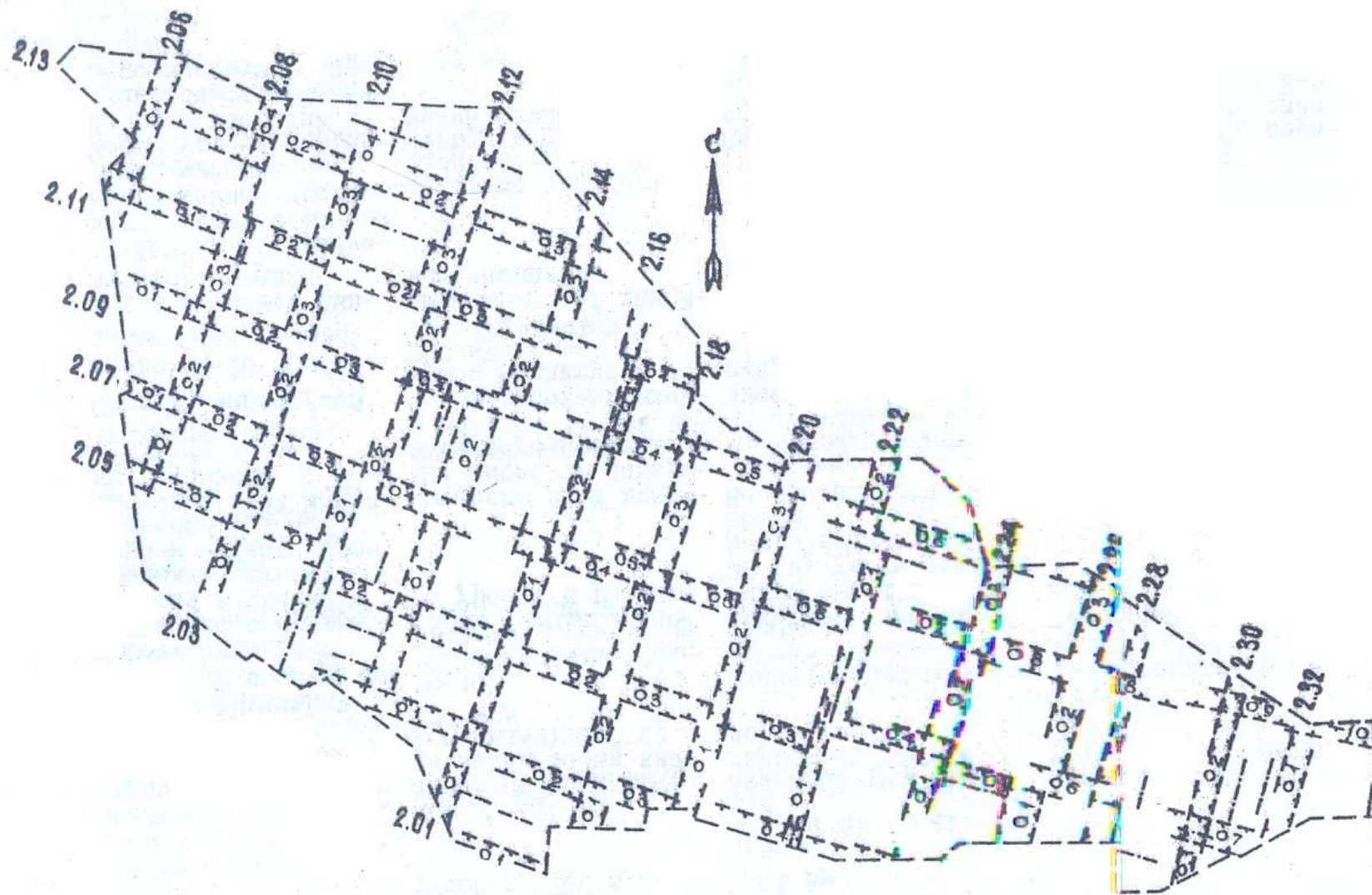
Рекомендована література

1. Тяпкін К.Ф., Гонтаренко В.М. Системи розломів Українського щита. – Київ: Наукова думка, 1990. – 184 с.
2. Тяпкін К.Ф., Тяпкін О.К., Якимчук М.А. Основи геофізики: Підручник. – Київ: «Карбон Лтд», 2000. – 242 с.
3. Тяпкін О.К., Пігулевський П.Г., Довбніч М.М. Урахування впливу розломів земної кори при вирішенні геологорозвідувальних і геоекологічних завдань геофізичними методами // Науковий вісник Національного гірничого університету. – 2017. – №6 (162). – С.15-22.
4. Тяпкін О.К., Бурлакова А.О. До питання застосування тектонічної інформації для оцінки та прогнозування стану навколишнього середовища // Ефективне функціонування екологічно-стабільних територій у контексті стратегії стійкого розвитку: агроекологічний, соціальний та економічний аспекти: Праці III міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції. – Полтава, 2019. – С.83-87.

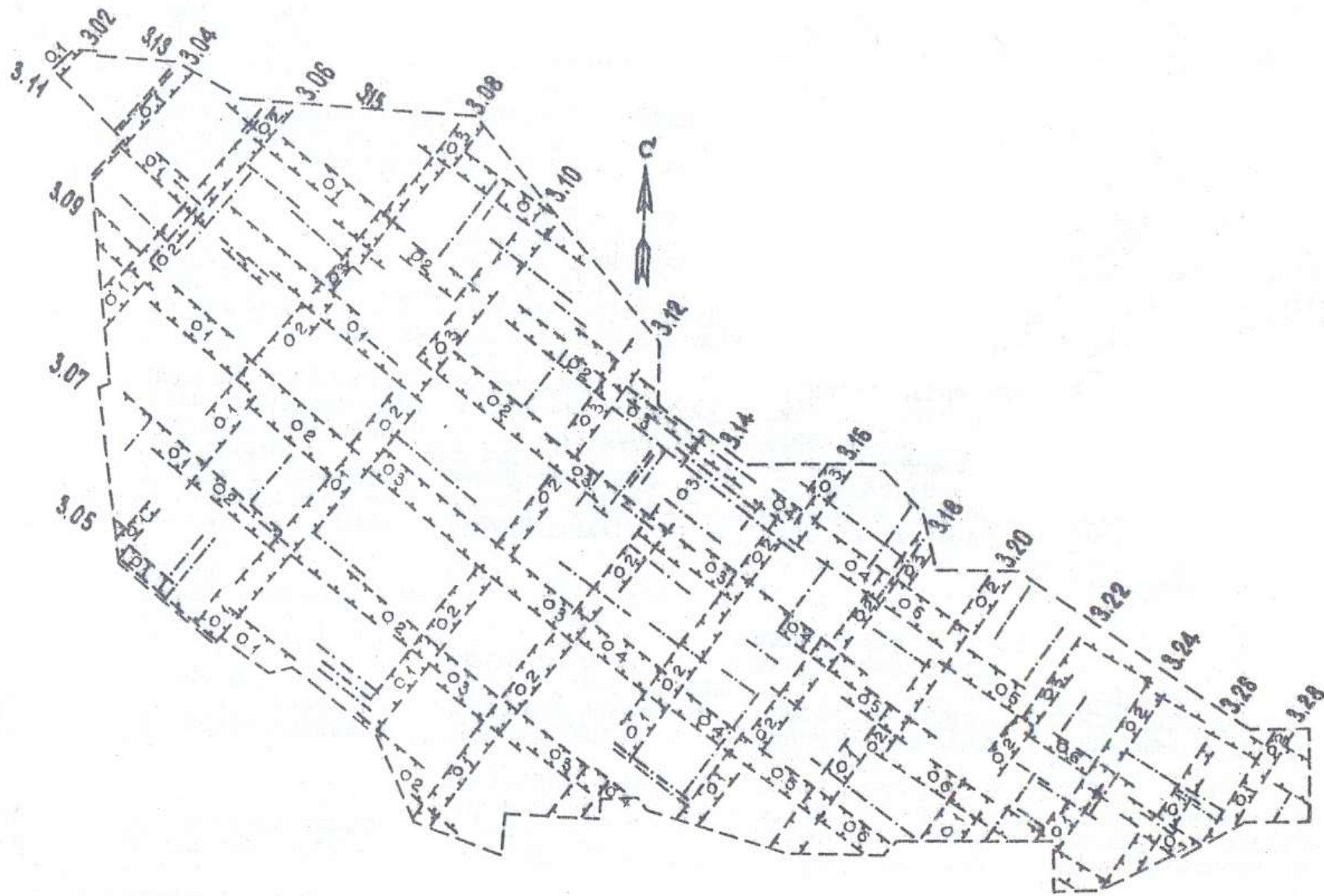
Розрахункові точки (полігони)



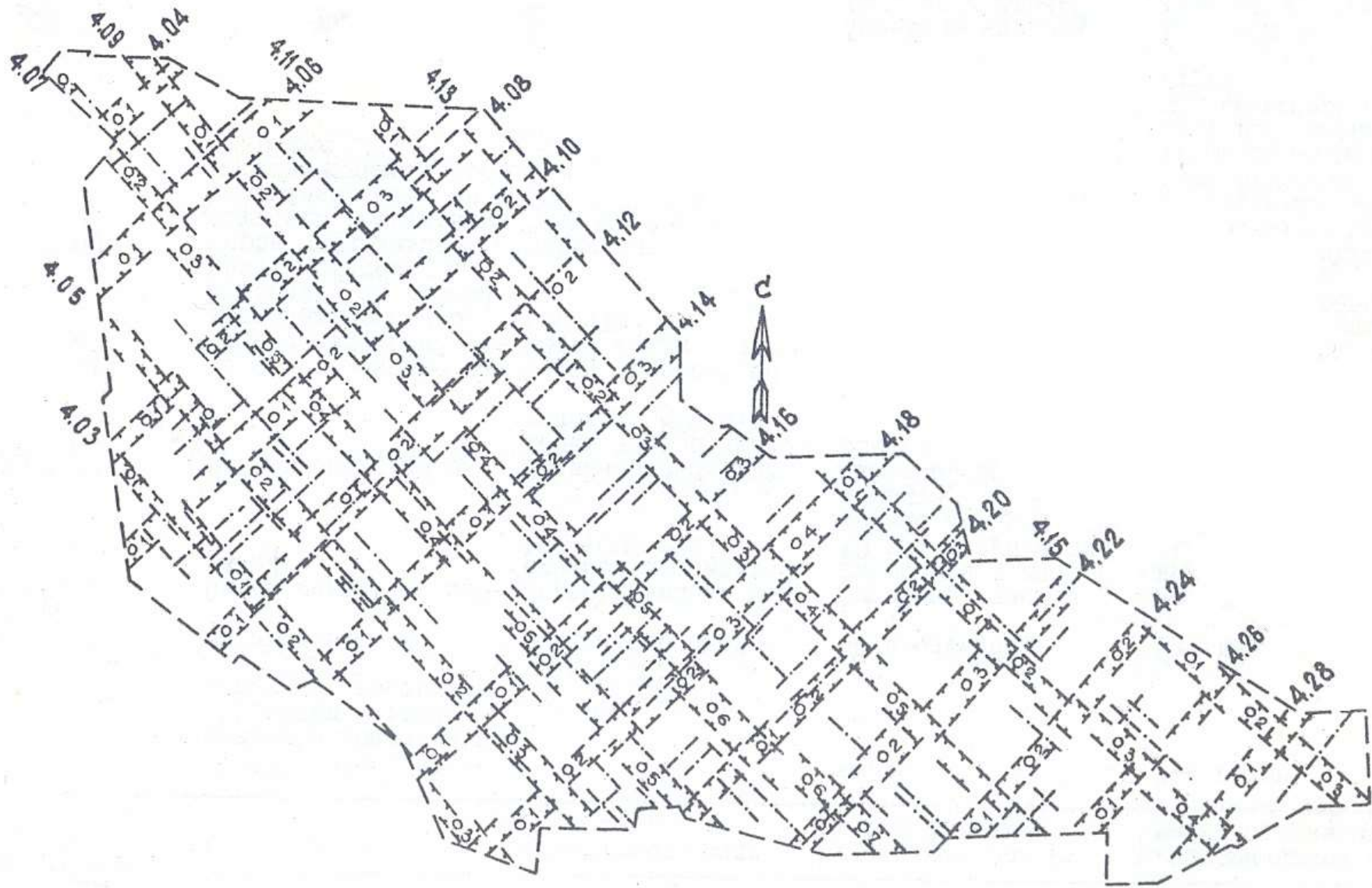
Картосхема системи розломів УЩз азимутами простягання 0 і 270°



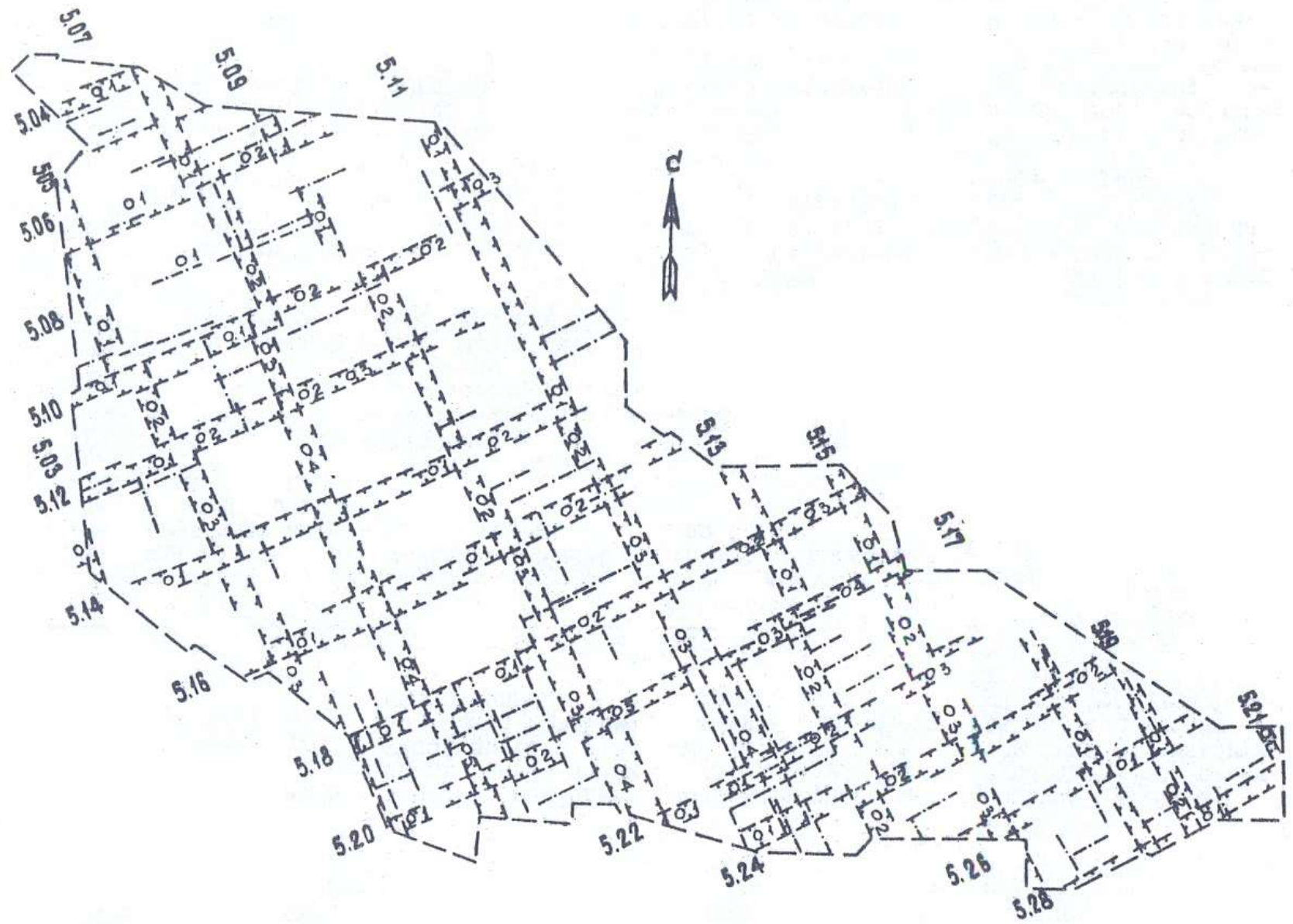
Картохема системи розломів УЩз азимутами простягання 17 і 287°



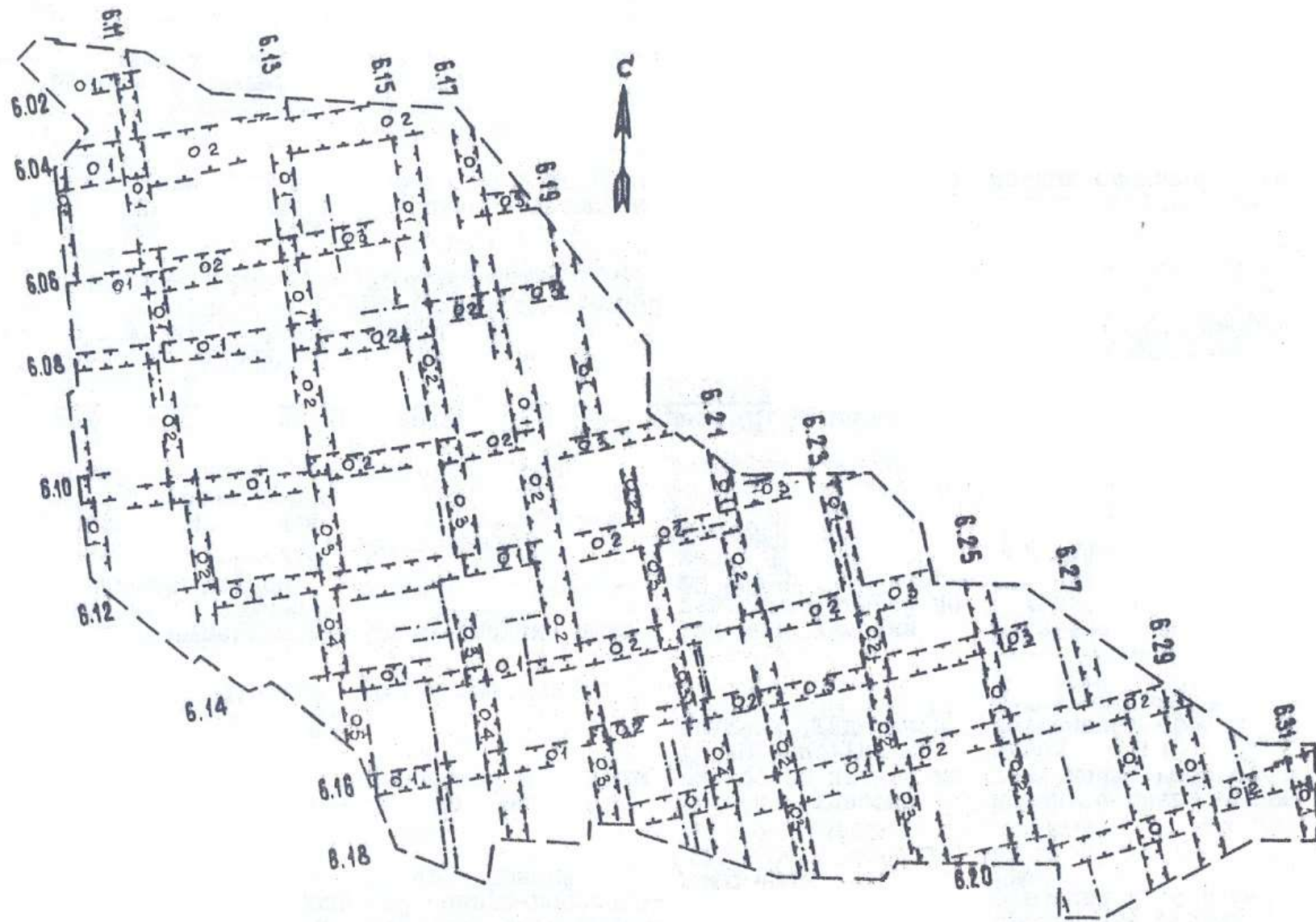
Картосхема системи розломів УЩз азимутами простягання 35 і 305°



Картосхема системи розломів УЩз азимутами простягання 45 і 315°



Картохема системи розломів УЦз азимутами простягання 62 і 332°



Картосхема системи розломів УЩз азимутами простягання 77 і 347°

Загальні вимоги до оформлення звіту з практичної роботи

Звіт з лабораторної роботи виконується на аркушах білого паперу формату А4 (210x297 мм) в друкованому та електронному вигляді. При оформленні звіту використовується наскрізна нумерація сторінок, вважаючи титульний лист першою сторінкою.

Необхідно при оформленні звіту дотримуватися таких вимог. Для заголовків: напівжирний шрифт, 14 пт, центрований. Для основного тексту: нежирний шрифт, 14 пт, вирівнювання по ширині. У всіх випадках тип шрифту - Times New Roman, абзацний відступ 1 см, одинарний міжрядковий інтервал. Поля: ліве - 3 см, решта - 2 см .

Звіт здається на паперовому носії та в електронному вигляді. Всі файли зберігаються в папку, вказану викладачем. Титульний лист оформлюється наступним чином (Додаток 4). Вгорі: назва міністерства, на наступному рядку - назва університету, далі назва факультету і назва кафедри, на якій виконано роботу. У центрі сторінки: слова «Практична робота по курсу (назва курсу)»; через порожній рядок - назва лабораторної роботи, номер варіанта; через порожній рядок - «Виконав (ла) студент (ка) групи (номер групи): (перелік прізвищ та ініціалів)»; через порожній рядок - «Перевірив: (наук. ступінь, наук. звання (посада), прізвище та ініціали)». Внизу сторінки підпис «Дніпро (рік виконання роботи)».

Бібліографічний список містить посилання на книги, періодичні видання, інтернет-сторінки, використані при виконанні роботи і оформленні звіту.

Титульний аркуш (приклад оформлення)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний технічний університет
“Дніпровська політехніка”

Факультет природничих наук та технологій
Кафедра геофізичних методів розвідки

Практична робота №1
«АНАЛІЗ КОМПЛЕКСУ ГЕОФІЗИЧНИХ
АНОМАЛІЙ, ПОВ’ЯЗАНИХ ІЗ ОСОБЛИВОСТЯМИ
РОЗЛОМНО-БЛОКОВОЇ ТЕКТОНІКИ»
по курсу «Комплексування геофізичних методів»

Виконав (ла): _____

Перевірила: _____

Дніпро, 2022

«Комплексування геофізичних методів»
для магістрів, які навчаються за спеціальністю 103 «Науки про Землю»

Розробник: Тяпкін Олег Костянтинович