

ПРО АНІЗОТРОПНІ ТРАНСФОРМАЦІЇ ПОТЕНЦІАЛЬНИХ ПОЛІВ

Приведені результати дослідження геологічної інформативності анізотропних трансформацій потенціальних полів. На тестах та на спостереженому полі сили тяжіння Українських Карпат показано ефективність анізотропних трансформацій щодо виділення локальних аномалій, зумовлених глибинною розломною тектонікою та лінійними ускладненнями в осадовому покриві.

Ключові слова: гравітаційне поле; анізотропна трансформація; локальні аномалії, різниці лінійні аномалії, трансформації антиклінального і терасового типу.

Вступ

Складні за морфологією гравітаційні і магнітні поля зумовлені різноманітними геологічними і тектонічними факторами. Достовірне вирішення геологічних завдань залежить від можливості аналізу регіональних або локальних аномалій полів передбачуваної природи. Аномальні (корисні) складові виділяють на фоні різних завад за допомогою трансформацій. Практично усі площинні трансформації, що застосовуються сьогодні, є ізотропними, тобто їх результат не залежать від напрямку. Вікном таких трансформацій є коло або квадрат.

Трансформації, у яких є залежність від напрямку, наприклад, коли вікно перетворення є еліпсом або прямокутником, називаються анізотропними. Анізотропні трансформації чутливі до аномалій певного простягання, які зумовлені лінійними тектонічними порушеннями, насувами, різкою зміною глибини залягання поверхні фундаменту тощо. Отже за їх допомогою на тлі строкатої картини аномального поля можна виділяти відносно вузькі лінійні зони (Клушин, 1961). Виявлення лінійних зон у фізичних полях представляє особливий інтерес, оскільки вони є віддзеркаленням тектонічних порушень, з якими пов'язані родовища корисних копалин.

Витягнуті аномалії можуть бути ускладнені складним "мозаїчним" візерунком або плавними змінами поля різного простягання. Для послаблення різко змінної "мозаїчної" складової аномального поля або аномалій, простягання яких відмінене від заданого, анізотропне перетворення повинно мати характер осереднення або перерахунку на висоту, а для підкреслення змін у полі в зонах лінійних дислокацій перетворення повинно мати характер диференціювання.

Трансформація Андреєва-Клушина

Одночасне виконання операцій осереднення і диференціювання забезпечено комбінованою анізотропною трансформацією, яка запропонована Б.Г. Андреєвим і І.Г. Клушиним [Андреєв, Клушин, 1962]. Вікно цієї трансформації в класичному варіанті складається з чотирьох витягнутих у головному напрямку щільно з'єднаних чотирьох

прямокутників. На наш погляд більш ефективним комбінованим вікном є система з еліпсів e_i . На рис. 1. показано палетку з п'яти еліпсів з кутом нахилу $\gamma=0^0$, який визначається між віссю x та напрямком малих осей еліпсів. Головна вісь палетки (штрих-пунктиром показані варіанти її напрямку) перпендикулярна до лінії малих осей еліпсів. За напрямком головної осі буде найбільша чутливість як до протяжних аномалій, так і до змін їх простягання. Аномалії, які за простяганням перпендикулярні до головної осі палетки, навпаки, будуть максимально послаблюватись.

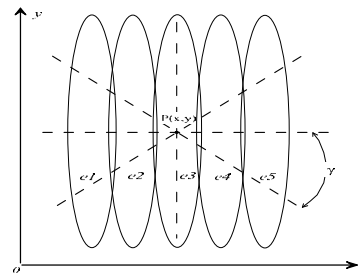


Рис. 1. Загальний вигляд вікна анізотропної трансформації Андреєва-Клушина у варіанті комбінації еліпсів

Середні значення поля, що у межах кожного еліпсу, використовуються для розрахунку різниць ($\gamma=0^0$):

$$\Delta \bar{g}_{Ant}(x, y)_{\gamma=0} = \bar{g}_{e2}(x - \Delta x, y) + \bar{g}_{e3}(x, y) + \bar{g}_{e4}(x + \Delta x, y) - \bar{g}_{e1}(x - 2\Delta x, y) - \bar{g}_{e5}(x + 2\Delta x, y) \quad ; \quad (1)$$

$$\Delta \bar{g}_{Terr}(x, y)_{\gamma=0} = \bar{g}_{e1}(x - 2\Delta x, y) + \bar{g}_{e2}(x - \Delta x, y) + \bar{g}_{e3}(x, y) - \bar{g}_{e4}(x + \Delta x, y) - \bar{g}_{e5}(x + 2\Delta x, y) \quad ; \quad (2)$$

де (x, y) – центр вікна трансформації, Δx – розмір малої осі еліпсу.

Максимальні значення трансформованого поля за формулою (1) будуть там, де є лінійні дислокації, поперечне січення яких має вигляд відносно симетричного максимуму (мінімуму), наприклад склепіння антиклінальної складки. В полі, трансформованому за формулою (2), максимальні значення будуть свідчити про наявність антисиметричних дислокацій, які у вихідному полі відображені аномаліями типу „сходинки”.

Якщо на карті поля вікно розташовується поза зоною лінійних дислокацій, то дрібні варіації, що багаторазово змінюються в інтервалі, рівному довжині палетки, будуть виключені за рахунок їх усереднювання. Плавні кореляційні зміни, які характеризують загальний регіональний фон, після обчислення різниць дадуть невеликі або нульові значення. Такий же результат отримаємо у разі, якщо в межах зон лінійних дислокацій вісь вікна спрямовано приблизно перпендикулярно до їх основного простягання.

Параметри вікна (рис. 1) залежать від передбачуваних розмірів лінійних зон і аномалій-перешкод. Ширина його має бути близькою до розмірів окремих "плям", але не менше ширини зони, яка виділяється. Із збільшенням довжини палетки покращується азимутна чутливість і посилюється пригнічення перешкод. Проте для забезпечення незалежного картування зон довжина палетки повинна бути принаймні в два рази менше мінімального простягання лінійних дислокацій. При високому рівні кореляційних перешкод можна виділяти тільки дуже протяжні зони дислокацій [Андреев, Клушин, 1962].

Трансформація анізотропного різницевого осереднення

При анізотропному осередненні будуть підкреслюватись лінійні ускладнення, простягання яких співпадає з більшою віссю вікна-еліпсу. Для тектоніки, зокрема Українських Карпат, характерний розвиток як поздовжніх, так і поперечних розломів. Тому логічно застосовувати трансформації, які виділяють ефекти від систем лінійних дислокацій різного спрямування. Розглянемо комбіноване вікно, складене з двох взаємно перпендикулярних еліпсів (рис. 2).

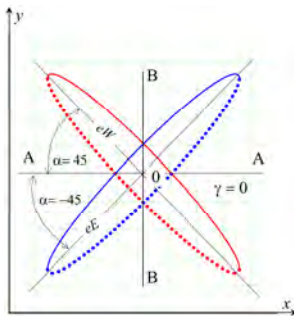


Рис. 2. Вікна анізотропних трансформацій осереднення з кутами нахилу $\alpha = \pm 45^\circ$

Анізотропне осереднення з вікном eW (рис. 2) менш за все послабляє великі ізометричні аномалії та аномалії північно-західного простягання, а з вікном eE – теж ізометричні аномалії та аномалії північно-східного простягання. Якщо ж визначити різницю цих двох анізотропних трансформант:

$$\Delta \bar{g}_{EW} = \bar{g}_E - \bar{g}_W, \text{ або } \Delta \bar{g}_{WE} = \bar{g}_W - \bar{g}_E, \quad (3)$$

то отримаємо поле різницевих лінійних локальних аномалій виключно вказаних напрямків, хоч дещо

і послаблених. Аномалії іншого спрямування, особливо ті, у яких простягання співпадає з осями симетрії вікна (А-А, В-В, рис. 2), а також ізометричні та фонові будуть суттєво послаблені.

Аналогічно випадку трансформації Андреева – Клушина комбінована анізотропна трансформація (3) подібна вертикальному диференціюванню, якщо еліпси різняться лише розмірами, і горизонтальній похідній по куту α , коли еліпси розрізняються лише напрямком.

Тестове опробування анізотропних трансформацій

В результаті трансформації умовного поля (рис. 3а) способом анізотропного різницевого осереднення (співвідношення осей еліпсів 1:10, кут нахилу осі симетрії комбінованого вікна $\gamma = 0^\circ$, рис. 2) у полі різницевих локальних аномалій (рис. 3b) відсутня регіональна аномалія субширотного простягання та вузька локальна аномалія північного простягання, а є тільки лінійно витягнуті аномалії, простягання яких співпадає з великою віссю одного з двох еліпсів (трансформоване поле порівняно з вихідним полем менше за розміром задля уникнення крайових ефектів).

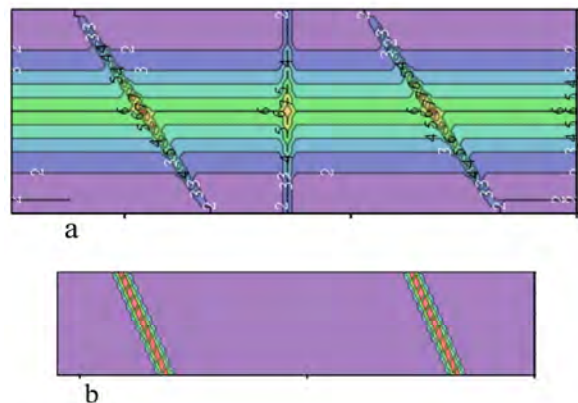


Рис. 3. Приклад тестового аномального поля (а) і результат анізотропного різницевого осереднення (б)

Аномальні поля, що отримують у результаті трансформації Андреева-Клушина за варіантом (1), назвемо полями антиклінального типу, а трансформацію (1) – А-трансформацією. Відповідно трансформацію (2) – Т-трансформацією, а аномальні поля – полями терасового типу. А-трансформації подібні до вертикальної похідної, Т-трансформації – до горизонтальної похідної і тому симетричні аномалії вони перетворюють на антисиметричні і навпаки. Результати анізотропної трансформації умовного поля способами Андреева-Клушина подібні попереднім і тут не наводяться.

Алгоритми різницевих А- та Т-трансформації Андреева –Клушина діють за тими ж правилами, що і різницеве анізотропне осереднення.

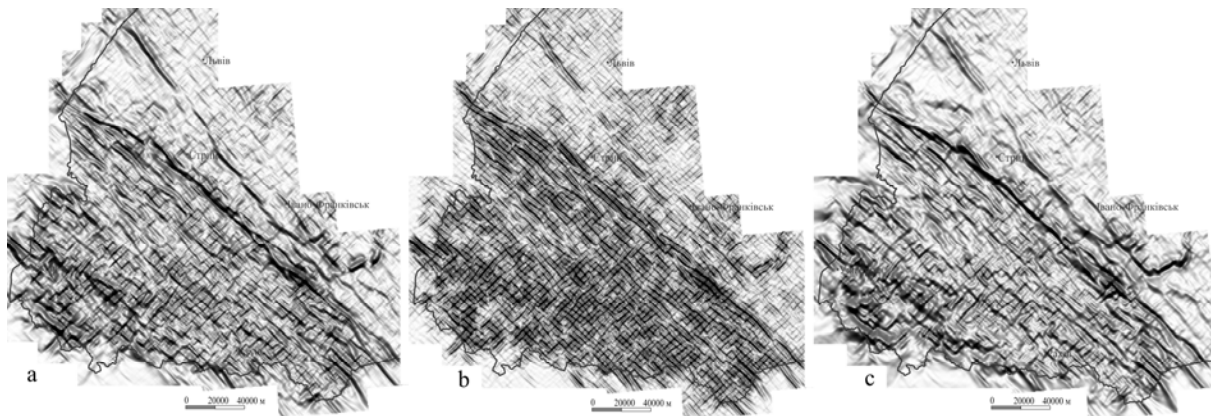


Рис. 5. Різницеві локальні аномалії поля сили тяжіння Українських Карпат

а – результат різницевого анізотропного осереднення, б – результат різницевої анізотропної А-трансформації Андреева-Клушина, с – результат різницевої анізотропної Т-трансформації Андреева-Клушина. (спрямування еліпсів північно-західне та північно-східне, співвідношення осей – 1 км:10 км)

Трансформації Андреева-Клушина, а також анізотропне різницеве осереднення є комбінованими трансформаціями та володіють властивістю згладжування завад і послаблення різного знаку дрібних аномалій. У практичному застосуванні цих трансформацій важливо, щоб розміри їх вікон були більшими за розміри більшої осі дрібних аномалій.

Різницеві лінійні аномалії сили тяжіння Українських Карпат

Наведемо приклади схем лінійних аномалій поля сили тяжіння Українських Карпат північно-західного та північно-східного простягання (у рельєфно-тіньовому зображенні, підсвітка північна), отриманих за допомогою різницевого анізотропного осереднення та анізотропних трансфор-

мацій Андреева-Клушина (рис. 5). Вони володіють рисами, відмінними від морфології локальних аномалій, отриманих ізометричним осередненням [Маєвський, Анікеєв, Мончак та ін., 2012], та містять ознаки прояву лінійних структур і глибинних розломів.

Література

- Андреев Б.А., Клушин И.Г. Геологическое истолкование гравитационных аномалий. – Л., 1962, – 495 с.
 Маєвський Б.Й, Анікеєв С.Г., Мончак Л.С. та ін., Новітні дослідження геологічної будови і перспектив нафтогазоносності глибоко занурених горизонтів Українських Карпат: Монографія. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2012. – 208 с.

ОБ АНИЗОТРОПНЫХ ТРАНСФОРМАЦИЯХ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ПОЛЕЙ

С.Г. Аникеев

Представлены результаты исследований геологической информативности анизотропных трансформаций потенциальных полей. На тестах и на наблюдаемом поле силы тяжести Украинских Карпат показана эффективность анизотропных трансформаций по выделению локальных аномалий, обусловленных глубинной разломной тектоникой и линейными дислокациями в осадочном чехле.

Ключевые слова: гравитационное поле; анизотропная трансформация; локальные аномалии, разностные линейные аномалии, трансформации антиклинального и террасовидного типа.

ANISOTROPIC TRANSFORMATION OF THE POTENTIAL FIELDS

S.G. Anikeev

The geological informative study results of the potential field anisotropic transformations are presented. The effectiveness of anisotropic transformations for allocation of local anomalies which are caused by deep fault tectonic and linear dislocations in the sedimentary cover are demonstrated on the test gravity field as well as measured in Ukrainian Carpathians one.

Key words: gravity field, anisotropic transformation, local anomalies, residual linear anomalies, terraced-type transformations and anticline-type transformations.