

УДК 550.8.05

О.В. Дзюба, М.Н. Жуков, М.О. Рачова

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка,
вул. Васильківська, 90, Київ 03022, Україна
e-mail: geoinformatic@ukr.net, jukov42@ukr.net,
rachevamiroslava@gmail.com*

ОЦІНКА ІНФОРМАТИВНОСТІ ПОКАЗНИКІВ ЛОКАЛЬНОЇ НЕОДНОРІДНОСТІ ГРАВІТАЦІЙНОГО ПОЛЯ У ЗАДАЧАХ ТЕКТОНІЧНОГО РАЙОНУВАННЯ (НА ПРИКЛАДІ ПІВНІЧНО-СХІДНОЇ ЧАСТИНИ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ)

Проаналізовано тектонічну будову, генезис структур та їх склад, характер зміни гравітаційного поля північно-східної частини Дніпровсько-Донецької западини. Розроблено граф обробки гравіметричних даних для вирішення задач тектонічного районування, створено автоматизовану систему обчислення фізичних і статистичних атрибутів (середньоквадратичного відхилення, абсолютного відхилення, коефіцієнта варіації, анізотропії, критерію Аббе, горизонтального градієнта). Розроблено алгоритм оцінки інформативності показників локальної неоднорідності гравітаційного поля. Оскільки класична модель гаусівського розподілу є прийнятною для опису розподілів параметрів неоднорідності гравітаційного поля над різними геологічними структурами, запропоновано методику дослідження зміни цих параметрів із застосуванням універсальної моделі нормального розподілу. Розглянуто закономірності розподілів параметрів неоднорідності гравітаційного поля над досліджуваними площами (Шебелинською, Старовірівською, Рябухинською). Розраховано оцінку інформативності показників локальної неоднорідності та критерію прийняття рішень з метою подальшої класифікації геоструктур для вирішення задач тектонічного районування.

Ключові слова: гравітаційне поле, статистичний аналіз, оцінка інформативності, щільність нормального розподілу, статистичні атрибути, база даних, тектонічне районування.

Вступ. Важливим напрямом гравірозвідки є пошуки і розвідка нафтогазових структур, соляних куполів, антиклінальних складок, рифових масивів, куполоподібних платформних структур. Зважаючи на великі розбіжності фізико-геологічних умов утворення нафтогазових родовищ, основні завдання, особливості підходу гравірозвідки доволі різноманітні. Прийнято вважати, що у формуванні пасток визначальну роль відіграє сукупність поздовжніх і поперечних розломів, які перетинаються і утво-

рюють складну систему горстових і моноклінальних блоків, грабенів, насувів та інших форм. З моноклінальними блоками можуть бути пов'язані тектонічно і стратиграфічно екрановані поклади. Над ними або на схилах можливі поклади літологічного типу, приурочені до лінз пісковиків, а також рифогенних і карбонатних утворень. Над блоками фундаменту розміщуються пастки антиклінального типу.

Останніми роками значну увагу приділяють виявленню глибинних пасток, зумовлених насувними дислокаціями. Над породами фундаменту, дорифтового та нижньої частини рифтового комплексів, що зазнали впливу розломно-блокової тектоніки, можлива наявність соленосних відкладів. Густина кам'яної солі ($\sigma = 2,15-2,20$ г/см³) зазвичай є значно меншою за густину вмісних порід. Тому над соляними куполами спостерігають гравітаційні мінімуми. Залежно від розмірів купола амплітуда аномалії варіює від десятих частин мілігала до десятків мілігал. Верхні частини соляних куполів можуть бути збагачені щільними хімічними речовинами (кепрок). Якщо кепрок досить великий, негативні аномалії ускладнюються невеликими максимумами. У трансформованих полях межі куполів проявляються зонами інтенсивних градієнтів. Солянокупольні структури найбільш поширені на ділянках перетину глибинних розломів і в зоні крайових східчастих скидів. З ними можуть бути пов'язані поклади нафти і газу як антиклінального, так і неантиклінального типу. Соляні куполи, що знаходяться на території України в межах Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ) та інших регіонах, виділяються ізометричними інтенсивними негативними аномаліями, за якими можна проаналізувати не лише їх місцезнаходження, будову, а й глибину залягання.

Найважливішим є питання виявлення вуглеводневих пасток на підставі даних щодо тектонічного розвитку території. Нагромаджений досвід свідчить, що більшість антиклінальних структур, рифів та інших пасток цілком упевнено виділяють сучасною гравірознавкою із застосуванням знімачів масштабів 1 : 50 000 та 1 : 25 000. Проте за даними гравірознавки можна лише прогнозувати нафтогазові поклади, а не готувати їх до буріння.

Тектонічна будова північно-східної частини Дніпровсько-Донецької западини (Шебелинська, Старовірівська, Рябухинська площі). *Шебелинська площа* в регіонально-тектонічному плані розташована у південно-східній частині північної крайової зони ДДЗ і знаходиться в південно-західній частині Шебелинської структури та є її витяг-

нутою периклінально. Південне крило структури круте, порушене скидом амплітудою 25–30 м, північне – зрізане порушенням амплітудою 300 м. Перикліналь розбита посередині поздовжнім порушенням амплітудою 50 м. Це порушення ділить структуру (перикліналь) на дві частини: південно-західну підняту (ізолінії примикають до порушення) і північно-східну – опущену, що має вигляд тераси, розбитої порушеннями. Форма структури і амплітуда порушень з глибиною не зазнають значних змін.

Шебелинське родовище приурочене до великої асиметричної брахіантиклінальної складки північно-західного простягання. Асиметричність складки проявляється у різній будові крил і перикліналей. Північно-східне крило складки більш полого. Кути падіння верхньопалеозойських порід рідко перевищують 10–15°. На південно-західному крилі вони занурюються спочатку під кутом до 25°, а потім падають у Гусарівську мульду з кутами до 38°. Північно-західна перикліналь складки, в межах якої знаходиться Західношебелинська структура, широка, овальна, досить крута (до 16°); південно-східна перикліналь вузька, витягнута, полого (до 7°).

Для геологічного розрізу площі характерна наявність кутових неузгоджень, які відображують основні етапи розвитку складки. Найбільші з неузгоджень встановлено між відкладами палеогену і крейди, між нижньотріасовими відкладами і соленосною формацією нижньої перми.

Важливою особливістю тектоніки Шебелинської складки є сітка диз'юнктивних порушень різного характеру і напрямку з амплітудами від 50 до 400 м, які збільшуються з глибиною. Амплітуда вертикального зміщення блоків по площині порушень змінюється за простяганням. Ці порушення були шляхами міграції на одних ділянках і екранами – на інших, тому їх наявність не може бути чітким критерієм виділення продуктивних блоків. Більшість локальних скидів затухають, не досягши зовнішнього контуру газоносності. Це означає, що газовий поклад є єдиною гідрогазодинамічною системою [1].

Західностаровірівське газоконденсатне родовище знаходиться у приштоковій зоні центрального грабену, яка характеризується активним проявом соляного тектогенезу і входить до складу Чутівсько-Олексіївської валоподібної структурної лінії, яка охоплює Хрестищенський соляний шток, Західностаровірівську структуру і Старовірівський соляний шток. Західностаровірівська структура є собою брахіантиклінальною з двома склепіннями. Її західна перикліналь ускладнена Хрестищенським, а східна – Старовірівським соляними штоками. Підняття розбито се-

рією розривних порушень. Простягання складки північно-східне. Розмір по поздовжній осі між штоками сягає 7 км, а впоперек має 4 км. Амплітуда підняття 600–700 м. Кути падіння шарів на північному крилі сягають 15° , на південному – 25° .

По мезозойських відкладах виділяють три основні елементи: Старовірівське та Хрестищенське підняття, ядра яких ускладнені однойменними соляними штоками; їх розділяє сідловина, до якої приурочені поклади вуглеводнів. Сідловина ускладнена розривними порушеннями скидового типу, які утворюють грабен просідання. В апікальній частині Старовірівського приштокового блока пробурена пошукова свердловина. Результати буріння свердловини свідчать про наявність природних резервуарів на Західностаровірівській структурі, але за даними інтерпретації розріз свердловини має низькі геофізичні параметри, що підтверджено результатами випробування [6].

Рябухинська площа характеризується активними проявами соляного тектогенезу, що визначає складну тектонічну картину району. В мезозойсько-палеозойській частині розрізу чітко виділяють два структурні поверхи, розділені великою передмезозойською перервою в осадонагромадженні. По мезозойському структурному поверху встановлено антиклінальні підняття над соляними штоками і прогини між ними. Палеозойський структурний поверх різко відрізняється від мезозойського, у його межах наявні захоронені брахіантиклінальні складки, розташовані між штоками і мезозойськими міжкупольними прогинами, які збігаються у плані. Перикліналі палеозойських складок ускладнені переважно тектонічними порушеннями субмеридіонального простягання, які відокремлюють їх від соляних штоків і простягаються за межі соляного тіла на північ і південь [7].

Оцінка статистичних і градієнтних характеристик гравітаційного поля. Зазначимо, що геолого-геофізичні спостереження є просторово-часовими. Вимірювання будь якого параметра загалом супроводжується набором атрибутів, які визначають його координати у просторі X, Y, Z і час спостереження t . Крім того, важливе те, що вибірки, отримані в результаті спостережень випадкового параметра в різних точках, не є однорідними. За сучасними уявленнями ці вибірки можуть бути композицією, представленою сукупністю випадкових величин. Зазначене пов'язане з природною варіацією статистичних характеристик геополів у просторі, тобто їх статистичною нестаціонарністю. Таким чином,

змінивши склад вибірки шляхом відбору точок спостереження відповідно до їх просторового розташування, можна отримати різні оцінки статистичних параметрів, що в результаті призведе до неоднозначності остаточної результату.

Оцінювання статистичних характеристик локальних неоднорідностей полів проводять за методикою ковзного вікна, у якому аналізують локальний розподіл цих величин. Ця методика по суті є різновидом статистичної фільтрації поля. За умовчанням приймають гіпотезу будови поля, що є сумою детермінованої (за загальною термінологією – регіональної) складової та стаціонарного випадкового поля. У ковзному вікні розраховують статистичні характеристики: середнє значення, дисперсію, асиметрію, коефіцієнт варіації, ентропію та ін. Статистичні атрибути можна використовувати під час аналізу як потенціальних, так і хвильових полів. Наприклад, середнє значення є ефективним у разі виділення регіонального тренду, дисперсія може характеризувати енергію поля, асиметрія – ідентифікувати певні деталі поля, зокрема, можливість тектонічних дислокацій. Інформативним статистичним атрибутом може слугувати ентропія, за якою можна встановити ступінь складності геологічної будови об'єкта. На підставі цього атрибуту проводять статистичне районування території. Межі областей стаціонарності полів пов'язані із зонами максимальних градієнтів ентропії, а самі об'єкти, в свою чергу, відзначаються порівняно невисокими значеннями ентропії. Досліджуючи поля статистичних атрибутів, широко використовують екстремальні значення. Екстремальні значення статистичних атрибутів здатні контролювати зони порушень статистичної стаціонарності геополів, які, в свою чергу, приурочені до геологічних меж або тектонічних зон.

Аналіз фізичних характеристик під час інтерпретації геофізичних полів дає змогу вирішувати задачі тектонічного районування та оцінювання структурно-тектонічних елементів градієнтних атрибутів з огляду на таке:

- межі аномальних об'єктів відзначаються екстремумами в полях градієнтів уздовж осей і максимумами в полі повного градієнта;
- градієнтні характеристики вздовж визначеного напрямку дають змогу підкреслити межі аномалій, простягання яких перпендикулярно до цього напрямку;
- з урахуванням поля напрямку повного градієнта можна оцінювати простягання аномалій в кожній точці вихідної сітки спостережень, а за

контрастними переходами від мінімальних до максимальних значень, – контролювати положення осей аномалій [5].

Кількісний аналіз параметрів неоднорідності гравітаційного поля є вибіркою спостережень випадкових величин. Загалом інформація про розподіл значень параметрів неоднорідності в конкретних геологічних структурах не є достовірною. Отже, оцінювання функції та щільності розподілів їх на різних геологічних структурах є першочерговою задачею дослідження.

Наступна важлива задача – оцінювання числових характеристик зазначених розподілів. Для об'єктивної оцінки досліджувана вибірка має задовольняти такі умови: репрезентативність (здатність вибірки відображати всю генеральну сукупність), незалежність спостережень вибірки, а також її обсяг (кількість зібраних спостережень). Як відомо, оцінкою \check{a} параметра a слугує числове значення, яке обчислюють як деяку функцію спостережень i , для якого гарантується близькість до оцінюваного параметра [2]:

$$\check{a} = f(x_1, x_2, \dots, x_n).$$

Задачу визначення точності оцінки розв'язує побудовою довірчого інтервалу для оцінюваного параметра, яка зводиться до визначення довірчих меж, що обмежують цей інтервал. Довірчий інтервал для невідомого параметра a , який відповідає довірчій імовірності q , – це інтервал $[a_q^{(-)}, a_q^{(+)})$, що містить значення параметра з імовірністю, не меншою за q .

Розрахунок числових характеристик розподілів є важливим етапом дослідження, який дає змогу визначити щільність розподілу та проводити подальші розрахунки стосовно ступеня адекватності запропонованих моделей. Серед найпоширеніших є гаусівська модель. Її застосування у цьому дослідженні обґрунтовано тим, що йдеться про модель локального розподілу, тобто слід вважати прийнятними, принаймні у першому наближенні, умови центральної граничної теореми [8].

Випадкова величина ξ має нормальний розподіл (Гаусса) з параметрами m та σ , якщо щільність її розподілу має вигляд [4]

$$p(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}\right),$$

де $m = M\xi$ – математичне сподівання ξ ; $\sigma = \sqrt{D\xi}$ – середнє квадратичне відхилення. Цей розподіл позначають $N(m, \xi)$. Функція розподілу має вигляд

$$F(x) = \Phi\left(\frac{x - M\xi}{\sigma}\right),$$

де $\Phi(x)$ – функція розподілу $N(0, 1)$ (нормального розподілу з нульовим математичним сподіванням і одиничною дисперсією):

$$\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-t^2/2} dt.$$

Для оцінки адекватності моделі нормального розподілу використано критерій згоди за методом моментів, що ґрунтується на використанні оцінок коефіцієнтів асиметрії (А) та ексцесу (Е)[3]:

$$\tilde{A} = \frac{n \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{\left(\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2\right)^{3/2}}; \quad \tilde{E} = \frac{n \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{\left(\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2\right)^2}.$$

Меж, у яких за цією гіпотезою мають бути ці оцінки з імовірностями q , такий:

Наближений вигляд

$$\pm U_{\frac{1+q}{2}} \sqrt{D\tilde{A}}; \quad \pm U_{\frac{1+q}{2}} \sqrt{D\tilde{E}}.$$

Гіпотезу щодо нормального розподілу показника відкидають, якщо виконується хоча б одна нерівність:

$$|\tilde{A}| \geq U_{\frac{1+q}{2}} \sqrt{D\tilde{A}}; \quad |\tilde{E}| \geq U_{\frac{1+q}{2}} \sqrt{D\tilde{E}}.$$

При класифікації на два класи ймовірності належності до класів мають вигляд

$$P\{y \in Q_1\} = \frac{P_1(y)}{P_1(y) + P_2(y)}, \quad P\{y \in Q_2\} = 1 - P\{y \in Q_1\}.$$

Область Q_1 значень y , де приймається розв'язок $\{y \in Q_1\}$, визначають з умови

$$\frac{p_1(y)}{p_2(y)} > 1,$$

або з еквівалентній для неї умови

$$\ln p_1(y) > \ln p_2(y) -$$

критерій відношення правдоподібності, або критерій Неймана–Пірсона.

Протилежною нерівністю визначають область Q_2 прийняття розв'язку $\{y \in Q_2\}$. Імовірності помилок (рис.1) [4] такі:

$$a_{12} = \int_{Q_2} p_1(x) dx, \quad a_{21} = \int_{Q_1} p_2(x) dx$$

Межу x_0 , яка розділяє Q_1 та Q_2 , визначають з рівняння

$$p_1(x_0) = p_2(x_0).$$

Характеристика відміни K_{12} щільностей розподілів $p_1(x)$ та $p_2(x)$ має вигляд

$$K_{12} = 1 - S_{12},$$

де

$$S_{12} = \int_{-\infty}^{+\infty} \min(p_1(x), p_2(x)) dx.$$

Величина S_{12} є сумою ймовірностей помилок класифікації: $S_{12} = a_{12} + a_{21}$. Вона слугує мірою ймовірності розподілів: $0 \leq S_{12} \leq 1$, $0 \leq K_{12} \leq 1$.

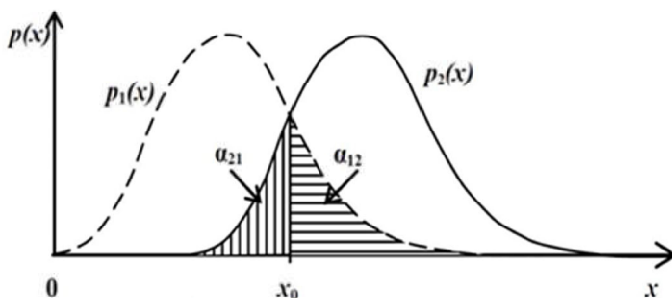


Рис. 1. Імовірності помилок a_{12} та a_{21}

Оцінювання щільності та числових характеристик моделі нормального розподілу і перевірку адекватності запропонованої моделі зазначеним вище критерієм реалізовано у модулі, який складається з таких блоків:

- 1) введення даних і налаштування параметрів;
- 2) оцінювання числових характеристик;
- 3) побудова графіків непараметричної та параметричних оцінок щільностей розподілів;
- 4) перевірка адекватності моделей;
- 5) обчислення оцінки помилок і критерію прийняття рішень;

Аналіз одержаних результатів. Для вирішення задачі тектонічного районування геологічних структур за гравіметричними даними досліджено та проведено аналіз тектонічної будови, генезису структур та їх складу, характеру зміни гравітаційного поля північно-східної частини ДДЗ. Методикою проведення робіт передбачено розрахунок показників локальної неоднорідності гравітаційного поля (статистичних і фізичних атрибутів) у ковзному вікні розмірністю 3×3 :

- середньоквадратичного відхилення $\sigma_{\xi} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i,j=1}^n (X_{ij} - \bar{X})^2}$;

- абсолютного відхилення $\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i,j=1}^n (|X_{ij} - \bar{X}| - \bar{a})^2}$,

де $\bar{a} = \frac{1}{n} \sum_{i,j=1}^n |X_{ij} - \bar{X}|$;

- коефіцієнта варіації $V = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i,j=1}^n (X_{ij} - \bar{X})^2} / \bar{X}$;

- критерію Аббе $A\sigma = (g_m + g_s) / 2$,

де g_m – характеристика поля за меридіональним напрямком:

$$g_m = \sum_{j=1}^n ((X_{2j} - X_{1j})^2 + (X_{3j} - X_{2j})^2) / (12\sigma_{\xi}^2);$$

g_s – характеристика поля за широтним напрямком:

$$g_s = \sum_{i=1}^n ((X_{i2} - X_{i1})^2 + (X_{i3} - X_{i2})^2) / (12\sigma_{\xi}^2);$$

- анізотропії $g_a = g_m - g_s$;

- горизонтального градієнта $W_{x_2} = \frac{\partial W}{\partial x}$.

У результаті статистичних трансформацій сформовано базу даних локальних неоднорідностей гравітаційного поля із координатною прив'язкою. Таким чином, кожне значення поля доповнено набором атрибутів, що дає змогу провести додаткове оцінювання геологічних структур і гравітаційного поля в цілому. В геологічному плані об'єктами для детального вивчення стали Шебелинська, Старовірівська та Рябухинська площі (рис. 2), які в подальшому розглянуто як еталонні об'єкти. Вибір цих еталонів зумовлений геологічною будовою, тектонічними особливостями та вуглеводневою насиченістю.

Під час проведення бурових робіт на вміст вуглеводнів Шебелинська та Старовірівська площі виявилися позитивними, а Рябухинська, незважаючи на подібність геологічної будови, – пустою.

Для кожної з досліджуваних площ (Шебелинської, Старовірівської, Рябухинської) сформовано додаткову базу даних вибірок параметрів неоднорідності гравітаційного поля. До складу кожної вибірки увійшло 30 значень, які були вибрані в межах кожної із структур і які використовували для створення моделей розподілу статистичних та фізичних характеристик неоднорідностей гравітаційного поля.

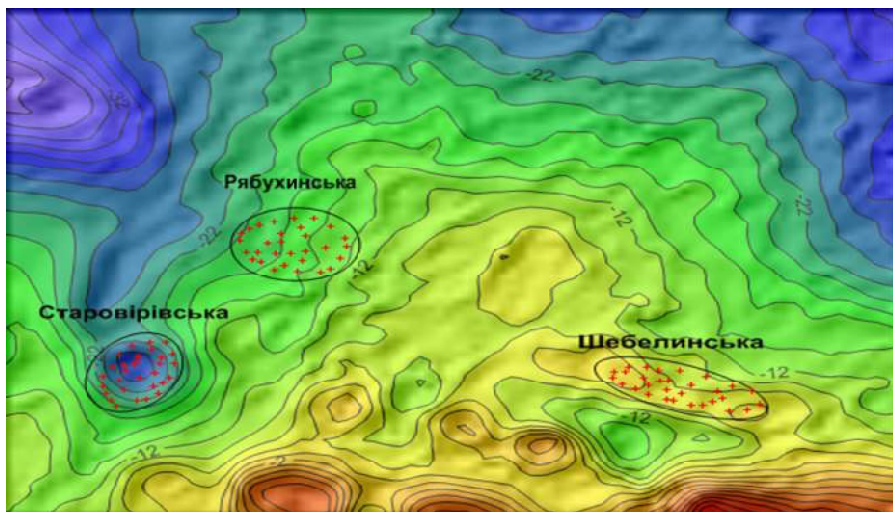


Рис. 2. Візуалізація вибірок досліджуваних площ північно-східної частини Дніпровсько-Донецької западини

Наступний етап передбачав розв'язання задачі оцінювання числових характеристик. Для цього використано параметричний та непараметричний методи оцінювання щільності розподілу статистичних і градієнтних характеристик неоднорідності гравітаційного поля (рис. 3).

Порівняння даних параметричного та непараметричного методів оцінювання щільності розподілу атрибутів гравітаційного поля показало, що параметричний метод дає точніші оцінки. Для визначення найінформативніших характеристик під час виділення геоструктур, розраховано оцінку ймовірностей помилок класифікації та середнє значення упізнаваності для моделей кожного параметра (див. таблицю).

Інформативність показників локальної неоднорідності залежить від оцінки помилок. Чим менший показник оцінки помилок між моделями щільностей розподілу, тим більша ймовірність віднесення об'єкта до певного класу. З геологічної позиції за даним критерієм можна аналізувати досліджувані об'єкти стосовно їх будови та геологічних процесів, що відбувалися під час їх утворення. Оцінювання інформативності показників локальної неоднорідності фактично є попереднім етапом на шляху класифікації геологічних структур для вирішення задач тектонічного районування.

Згідно з аналізом наведених вище даних, найінформативнішою характеристикою неоднорідності гравітаційного поля є середньоквадратичне відхилення. Менш інформативні показники абсолютного відхилення та коефіцієнта анізотропії. Зважаючи на складність геологічної будови, в разі створення еталонних вибірок необхідно звертати увагу на значення показників анізотропії та горизонтального градієнта. Критерій Аббе виявився малоінформативним і таким, який не слід враховувати під

Таблиця. Оцінка інформативності показників локальної неоднорідності гравітаційного поля

Характеристика	Оцінка ймовірностей помилок класифікації за площами			Середня упізнаваність
	Шебелинська Старовірівська	Старовірівська Рябухінська	Шебелинська Рябухінська	
СКВ	0,217	0,031	0,011	0,913
Абсолютне відхилення	0,504	0,142	0,466	0,711
Коефіцієнт варіації	0,236	0,411	0,078	0,758
Анізотропія	0,721	0,205	0,079	0,665
Критерій Аббе	0,7	0,461	0,211	0,543
Горизонтальний градієнт	0,694	0,238	0,117	0,665

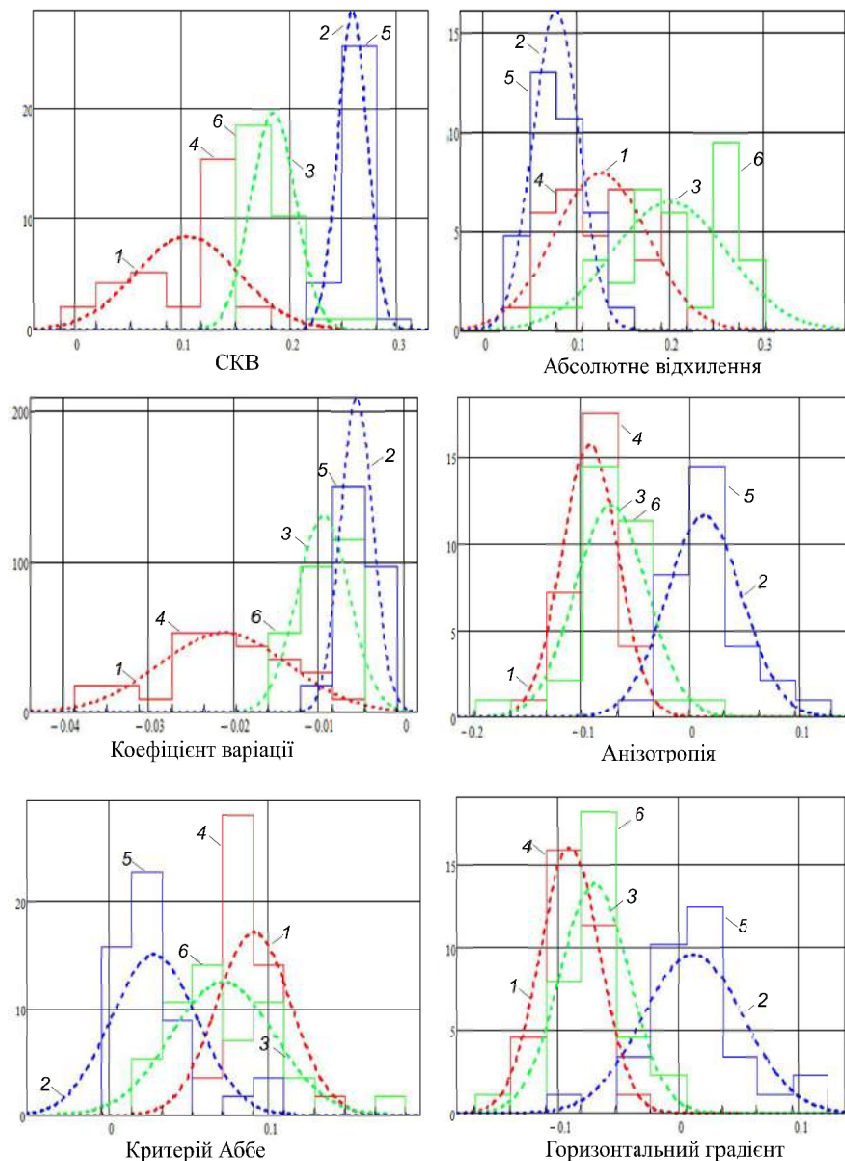


Рис. 3. Оцінка щільності розподілу статистичних і градієнтних характеристик неоднорідностей гравітаційного поля за різними вибірками: *непараметрична лінія, площі:* 1 – Шебелинська, 2 – Рябухінська, 3 – Старовірівська); *параметрична лінія, площі:* 4– Шебелинська, 5 – Рябухінська, 6 – Старовірівська. Вісь ординат – щільність розподілу $p(x)$; вісь абсцис – показники локальної неоднорідності гравітаційного поля

час створення еталонних вибірок для проведення класифікації. Цей показник може неоднозначно впливати на перебіг процесу класифікації.

Висновки. Запропонований метод оцінювання показників локальної неоднорідності гравітаційного поля з певною мірою достовірності дає змогу ідентифікувати тектонічні особливості геологічних структур. Використаний спосіб оцінювання інформативності показників локальної неоднорідності для вирішення задач тектонічного районування показав достатньо високу ефективність. Метод випробуваний на даних гравітаційного поля північно-східної частини Дніпровсько-Донецької западини. Шляхом сканування поля ковзним вікном розраховано атрибути локальних неоднорідностей та створено базу еталонних вибірок Шебелинської, Старовірівської, Рябухинської площ. Імовірності помилок класифікації досліджуваних структур виявилися на рівні 0,01–0,7, що свідчить про принципову можливість диференціації класів тектонічних порушень за даними характеристик локальної неоднорідності поля. Серед них найінформативнішими виявилися локальні показники варіацій (середньо-квадратичне відхилення, абсолютне відхилення та коефіцієнт варіації). Зазначені характеристики здатні підвищити ефективність систем класифікації геологічних структур.

1. *Геология и нефтегазоносность Днепровско-Донецкой впадины: Стратиграфия* / Д.Е. Айзенберг, О.И. Берченко, И.Е. Бражникова и др. – Киев: Наук. думка, 1988. – 198 с.
2. *Девис Дж.С. Статистический анализ данных в геологии: в 2 кн. Кн. 1 / Дж.С. Девис.* – М.: Недра, 1990. – 319 с.
3. *Жуков Н.Н. Вероятностно-статистические методы анализа геолого-геофизической информации* / Н.Н. Жуков. – Киев: Вища шк., 1975. – 304 с.
4. *Жуков М.Н. Математична статистика та обробка геологічних даних: підруч. [для студентів геол. ф-тів вищ. навч. закладів]* / М.Н. Жуков. – К: Вид-во Київ. ун-ту, 2008. – 487 с.
5. *Никитин А.А. Теоретические основы обработки геофизической информации: учеб. пособие* / А.А. Никитин, А.В. Петров. – М.: РГТУ, 2008. – 112 с.
6. *Проект розвідки на Західно-Старовірівському ГКР.* – Харків: УкрНДІгаз, 1997. – 94 с.
7. *Проект розвідки Мелихівсько-Рябухинської зони* / А. Лагутін, А. Лизанець. – Харків: УкрНДІгаз, 1986.
8. *Родионов Д.А. Статистические методы разграничения геологических объектов по комплексу признаков* / Д.А. Родионов. – М.: Недра, 1968. – 158 с.

Оценка информативности показателей локальной неоднородности гравитационного поля в решении задач тектонического районирования (на примере северо-восточной части Днепровско-Донецкой впадины)

О.В. Дзюба, Н.Н. Жуков, М.А. Рачова

Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, ул. Васильковская, 90, Киев 03022, Украина, e-mail: geoinformatic@ukr.net, jukov42@ukr.net, rachevamiroslava@gmail.com

Проведен анализ тектонического строения, генезиса структур и их состава, характер изменения гравитационного поля северо-восточной части Днепровско-Донецкой впадины. Разработан граф обработки гравиметрических данных для решения задач тектонического районирования, а также создана автоматизированная система расчета физических и статистических атрибутов (среднеквадратичного отклонения, абсолютного отклонения, коэффициента вариации, анизотропии, критерия Аббе, горизонтального градиента). Разработан алгоритм оценки информативности показателей локальной неоднородности гравитационного поля. Поскольку классическая модель гауссовского распределения приемлема для описания распределений параметров неоднородности гравитационного поля над различными геологическими структурами, предложенная методика исследования изменения указанных параметров путем применения универсальной модели нормального распределения. Рассмотрены закономерности распределений параметров неоднородности гравитационного поля над исследуемыми площадями (Шебелинской, Староверовской, Рябухинской). Рассчитана оценка информативности показателей локальной неоднородности и критерия принятия решений с целью создания системы классификации геоструктур для решения задач тектонического районирования.

Ключевые слова: гравитационное поле, статистический анализ, оценка информативности, плотность нормального распределения, статистические атрибуты, база данных, тектоническое районирование.

Indicators local heterogeneity assessment of the gravity field in solution tectonic zoning tasks (for example, the northeastern part of the Dnieper-Donets depression)

O.V. Dziuba, M.N. Zhukov, M.O. Rachova

Taras Shevchenko National University of Kyiv, 90 Vasylykivska Str., Kyiv 03022, Ukraine, e-mail: geoinformatic@ukr.net, jukov42@ukr.net, rachevamiroslava@gmail.com

The paper analyses tectonic structures, their genesis and composition. There are identified changes in the gravitational field of the northeastern part of the Dnieper-Donets depression. The authors suggest methods of processing gravimetric data for solving tectonic zoning. There is simulated and automated system for calculating physical and statistical attributes (standard deviation, absolute deviation, coefficient of variation,

anisotropy, Abbe criterion and the horizontal gradient). There is developed an algorithm for assessing indicators of local heterogeneity of the gravity field, with classical model of the Gaussian distribution being appropriate to describe the distribution of the gravitational field inhomogeneity parameters over different geological structures. There is proposed a technique to study changes in the gravitational field inhomogeneity parameters by applying universal model of normal distribution. The paper studies distribution patterns of heterogeneity parameters of the gravitational field of the research areas (Shebelinka, Starovirivska, Ryabuhinska). The authors conclude by calculating indicators of local heterogeneity assessment of the gravity field decision-making criteria to create geostructural classification system for solving tectonic zoning.

Keywords: gravitational field, statistical analysis, assessment information content, the density of the normal distribution, statistical attributes database, tectonic zoning.

Надійшла до редакції 16.06.2015 р.