

УДК: 551.43+552.43.1

**Р.О. Спиця****ПРИНЦИПИ, МЕТОДИ ТА КРИТЕРІЇ ВИЯВЛЕННЯ НЕОТЕКТОНІЧНО АКТИВНИХ РОЗЛОМІВ****Р. А. Спица****ПРИНЦИПЫ, МЕТОДЫ И КРИТЕРИИ ВЫЯВЛЕНИЯ НЕОТЕКТОНИЧЕСКИ АКТИВНЫХ РАЗЛОМОВ***Институт географии Национальной академии наук Украины, Киев*

Проанализированы современные теоретические представления о разломах земной коры, в соответствии с которыми они рассматриваются как динамические геолого-геоморфологические системы, нелинейно развивающиеся в пространстве и времени. Определены проблемы и основные направления исследования неотектонически активных разломов с учетом принципов системности, иерархичности, геолого-геоморфологической конформности, необратимости развития морфоструктур и поэтапного исследования динамики. Обоснованы диагностические критерии и комплексы структурно-геоморфологических и неотектонических методов исследования неотектонически активных разломов, сформированных в разных структурно-геоморфологических условиях.

**Ключевые слова:** *геотектонические гипотезы; неотектонически активные разломы; диагностические критерии; эндодинамические условия; экзодинамические условия; рельеф, паспортизация.*

**R. Spitsa****PRINCIPLES, METHODS AND CRITERIA IN DISCOVERY OF THE NEOTECTONICALLY ACTIVE FAULTS***Institute of Geography of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv*

The modern theoretical understanding of crustal faults, in accordance with which they are regarded as dynamic geological and geomorphological systems, developing non-linearly in time and space have been analyzed. The problems and the main directions in neotectonically active faults research with consideration of the principles of systematic, hierarchical, geological and geomorphological conformity, the irreversibility of morphological structures development and step by step studies of the dynamics have been defined. The diagnostic criteria along with the structural systems and geomorphological and neotectonic research methods of the neotectonically active faults formed in various structural and geomorphological conditions have been justified.

**Keywords:** *geotectonic hypotheses; neotectonically active faults; the diagnostic criteria; endodynamic conditions; exodynamic conditions; landscape; certification.*

**Історія досліджень та сучасний стан вивченості проблеми**

Історія вивчення розломів земної кори триває понад 100 років. Великого значення дослідженням у зонах активних розломів надавали В.В. Белоусов, В.Г. Бондарчук, Р.Г. Гарецький, О.Б. Гінтов, Ю.А. Косигін, М.І. Ніколаєв, П.М. Ніколаєв, В.П. Палієнко, А.В. Пейве, Ю.Г. Симонов, А.І. Суворов, М.М. Тєтяєв, К.Ф. Тяпкін, В.Ю. Хаїн, І.І. Чебаненко, А.В. Чекунов, С.С. Шульц, Г. Клоос, Р. Зондер, М.С. Шатський та багато інших дослідників. Протягом ХХ ст. було створено ряд фундаментальних праць, присвячених загальним закономірностям утворення й розвитку розломів різних типів і рангів, методам їх виявлення та оцінки активності [1, 3, 4, 9, 11, 13, 21, 23, 26, 27, 29, 30 та ін.].

Розвиток теоретичних уявлень про розломи земної кори, їх типи, класифікації, причини та механізми формування тісно пов'язаний з еволюцією уявлень про походження і розвиток Землі як планети, зміною та вдосконаленням геотектонічних парадигм. До середини минулого століття для пояснення природи геотектонічних процесів, їх взаємозв'язків, взаємодії, наслідків прояву застосовували так звані «фіксистські» гіпотези, з позицій яких утворення розломів земної кори пов'язують з

реалізацією напруг у земній корі, що виникають внаслідок поступового охолодження речовини мантиї та ядра (контракційні гіпотези) або ж періодичних змін епох розширення (рифтогенезу) і стискування (пульсації) Землі (пульсаційні гіпотези).

Наприкінці ХХ – на початку ХХІ ст. відбулися істотні зміни у підходах до вивчення розломів та переоцінка їх ролі в еволюції земної кори.

Згідно з теорією нової глобальної тектоніки, утворення і трансформація планетарних форм рельєфу (серединно-океанічних хребтів, глибоководних жолобів, гірських систем), зміни напруженого стану літосфери пояснюються переміщеннями материкових плит вздовж планетарної системи розломів.

Одним із фундаторів вчення про розломи земної кори є А.П. Карпінський, який розглядав їх як один з головних факторів гороутворення, хоча великого значення в процесі еволюції літосфери він надавав і платформним розломам, практично не дослідженим на той час. Наприкінці ХІХ – на початку ХХ ст. у межах Східноєвропейської платформи він дослідив ряд відображених у рельєфі та геологічній будові великих розривних деформацій, які отримали назву «лінії Карпінського» та пізніше були підтверджені геологічними і геофізичними дослідженнями [5].

Провідну роль розломів у структурі земної кори та важливість їх впливу на формування рельєфу земної поверхні відзначав В. Хоббс [31], який вперше дослідив вираженість лінійних тектонічних деформацій в особливостях просторової організації елементів експонованого рельєфу і визначив засади сучасного лінеаментного аналізу.

Важливим етапом вивчення розломів стало обґрунтування уявлень про регматичну сітку розломів (Р. Зондер, М.С. Шатський), що мають значну протяжність, велику глибину закладання, тривалу історію розвитку та характеризуються проявом вертикальних і горизонтальних тектонічних рухів земної кори [32, 28].

Розломно-блоковий характер будови земної кори і важливу рельєфоутворювальну роль диз'юнктивних дислокацій обґрунтовано в працях академіка В.Г. Бондарчука [1], під керівництвом якого в середині минулого століття було розпочато системне вивчення розломної тектоніки України. В роботах академіка І.І. Чебаненка [26, 27] висвітлено багато теоретичних питань щодо будови, закономірностей поширення, механізмів розвитку та періодичності активізацій розломів земної кори.

Починаючи з 70 років ХХ ст., в науковій термінології набуло чинності поняття „**неотектонічно активний розлом**” – як порушення з проявами зміщень суміжних блоків, які зафіксовані у прямих геологічних (розриви суцільності верств, деформація відкладів, сейсмічність) та опосередкованих геолого-геоморфологічних, геофізичних, геодезичних, історичних, гідрогеохімічних та інших ознаках. У роботах О.О. Ніконова [12] та В.Г. Трифонова [22] наводяться прямі та непрямі ознаки неотектонічно активних розломів, які враховують вік, кінематику, інтенсивність зміщень тощо.

Теоретичні уявлення про закономірності блокової ділимості земної кори у світлі нової геотектонічної парадигми поглиблені в працях С.І. Шермана, який розглядав розломи як об'ємні геологічні тіла, що характеризуються певною внутрішньою структурою, параметрами і кінематикою рухів крил. Характерними особливостями розломів є нестабільність граничних поєднань, варіації геофізичних полів і постійний еволюційний розвиток навіть за умови незмінності полів зовнішніх регіональних напруг [29].

Більш вивченими як у геолого-геофізичному, так і в структурно-геоморфологічному плані є розломи в ерогенних сейсмічно активних областях, з якими пов'язано виникнення сильних, часом катастрофічних землетрусів. Такі розломи характеризуються значними амплітудами повільних і швидких вертикальних та горизонтальних тектонічних рухів, що фіксуються інструментальними методами і у багатьох випадках прямо відображені в рельєфі гір.

Зони неотектонічно активних розломів у межах платформних територій характеризуються відносно меншим ступенем вивченості, хоча існує багато достовірних даних щодо їх новітньої та сучасної активності. З неотектонічними активізаціями платформних розломів пов'язані деформації та зміни потужностей реперних горизонтів рельєфоутворювальних відкладів, зміни їх літологічного складу, генетичних типів рельєфу тощо. З розломами, що характеризуються проявами сучасної тектонічної активності та вузлами їх перетину (морфоструктурними вузлами), пов'язані явища підвищеної сейсмічності, послаблення механічних властивостей порід тощо, а це призводить до виникнення геохімічних, геофізичних, тектонічних, сейсмічних, геоморфологічних, ландшафтних аномалій. Результати короткоперіодичних високоточних повторних нівелювань, проведених у зонах ряду платформних розломів, підтверджують існування просторово локалізованих (фіксуються на ділянках розломів протяжністю від 100 м до кількох кілометрів) періодичних (частота повторюваності від 2 разів на рік до 1 разу на 2-3 роки), переміщень з великими швидкостями, що знаходяться у відповідності з регіональними схемами напруженого стану земної кори, які були названі суперінтенсивними деформаціями земної кори [7].

Сучасні дослідження неотектонічно активних розломів спрямовані на розв'язання низки проблем, пріоритетними серед яких є:

- вивчення механізмів утворення розломів різного рівня ієрархії та різної кінематики;
- встановлення часових рамок та етапності активізацій рухів земної кори вздовж розломів;
- розрахунок кількісних показників сумарних та поетапних амплітуд переміщень по розломах;
- визначення зон динамічного впливу розломів та особливостей їх впливу на геолого-геоморфологічне середовище;
- визначення достовірних критеріїв оцінювання неотектонічної активності розломів та їх ранжування;
- картографування розломів та зон їх динамічного впливу.

Мета цієї публікації - розгляд сучасних принципів і підходів до виявлення й оцінки ендо- та екзодинамічних умов у зонах розломів, сформованих у різних геодинамічних умовах.

Досягнення поставленої мети можливе шляхом вирішення ряду завдань:

- 1) обґрунтувати доцільність розгляду неотектонічно активних розломів як складних просторово-часових геолого-геоморфологічних систем;
- 2) визначити головні принципи дослідження неотектонічно активних розломів;
- 3) проаналізувати сучасні підходи до виявлення та оцінювання екзо- і ендодинамічних умов у зонах неотектонічно активних розломів.

### Класифікації неотектонічно активних розломів

За низкою історико-геологічних, генетичних, структурно-морфологічних та інших критеріїв розломні порушення поділяються на декілька типів.

Виділяють трансрегіональні, субрегіональні, регіональні та локальні лінійні структури, які характеризуються різними глибинами проникнення у надра Землі. Трансрегіональні (планетарні) розломи простягаються на сотні, інколи тисячі кілометрів і сягають верхньої мантії; субрегіональні розломи обмежують великі площові тектонічні структури, сягають у довжину перших сотень кілометрів і проникають до базальтового шару; регіональні розломи обмежують тектонічні структури на зразок виступів фундаменту, грабенів, тектонічних східців, мають довжину до декількох десятків кілометрів і сягають до гранітного шару; локальні розломи мають невелику довжину і глибину проникнення, часто супроводжують перші три типи розломів.

Залежно від переміщення крил, положення зміщувача розломи поділяють, як відомо, на скиди, підскиди, насуви, розсуви, тектонічні зсуви, зсуво-скиди, скидо-зсуви, тектонічні покриви (шар'язі).

Класифікації розломів враховують не тільки напрям руху крил одне відносно іншого, але і відносно рівня моря, певних реперних (геологічних, геоморфологічних) рівнів, можуть враховувати генетичні (кінематичні) умови утворення розломів, а також загальний характер тектонічних рухів [24]. За структурними співвідношеннями виділяють поперечні, поздовжні, згідні, незгідні, діагональні, ортогональні розломи. У геології залежно від часу формування порід, які перетинає розлом, виділяють конседиментаційні та постседиментаційні розломи, у геоморфології на підставі умов формування виділяють конакумулятивні та кондендаційні розломи.

#### Неотектонічно-активний розлом як складна геолого-геоморфологічна система

Уявлення про розлом, як геологічне утворення, що нелінійно розвивається в часі і просторі, дає підстави відносити їх до особливого типу лінійних морфоструктур, представленого на всіх рівнях ієрархії – від геотектур, утворення яких пов'язане з міжплитними контактами, до морфоструктур нижчих порядків, сформованих на контактах мікроблоків.

Кожний активний розлом характеризується наявністю зони його динамічного впливу - частини оточуючого розлом простору, в межах якого проявляються залишкові, необернені (пластичні або розривні) та обернені (зміна напруг, геофізичних полів) наслідки деформацій, викликані формуванням розлому або його тектонічними активізаціями [29]. У межах зони динамічного впливу активного розлому відбуваються механічні (дроблення, роз-

сланцювання, формування супутніх розривів), реологічні (зміни фізичних властивостей порід), структурні (згущення супутніх розломів, прирозломна складчастість, будинаж), морфоструктурні зміни у будові гірських порід і рельєфу. Осьові зони розломів проявляються у закономірних змінах морфологічних, морфометричних і генетичних характеристик рельєфу. З ними пов'язані зміни типів та інтенсивності перебігу екзогенних процесів [6, 9].

При проведенні структурно-геоморфологічних досліджень на платформах важливо розуміти, що у переважній більшості випадків ми маємо справу з проекцією розломного порушення на земну поверхню. Особливо це стосується „закритих” платформних територій, де кристалічний фундамент перекритий потужним шаром осадових відкладів, які зазнали процесів літифікації, метаморфізму, є неоднорідними за механічними, щільнісними властивостями. Неоднорідність та велика потужність осадових відкладів неодмінно призводить до виникнення різновекторного поля напруг у межах окремих геологічних горизонтів, розрядка якого може відбуватися по зонах глибинних розломів і призводити до виникнення мікродеформацій у приповерхневій частині літосфери.

#### Принципи дослідження неотектонічно активних розломів

Діагностика та оцінка активності розломів здійснюється з урахуванням низки принципів.

**Принцип системності.** Вивчення неотектонічно активних розломів, як геолого-геоморфологічних систем, забезпечується шляхом поєданого просторово-часового аналізу геологічних, геофізичних, геоморфологічних, геодинамічних ознак та критеріїв, встановлення парагенетичних зв'язків ендегенних та ендегенно зумовлених екзогенних процесів у зонах активних розломів, хронології їх прояву та ареалів впливу.

**Принцип ієрархічності.** Загальнопланетарна система розломів – це ієрархічна система, в якій кожен елемент є частиною об'єкта вищого рангу і одночасно складається з підпорядкованих елементів нижчих рангів. Елементарні тектонічні тріщини, групуючись у закономірні системи, є складовими розривних порушень вищого рангу і можуть слугувати індикаторами осьової частини розривного порушення (субпаралельна організація тріщин), або ж систем вторинних порушень (тріщин відриву і сколювання), які супроводжують формування тектонічних зсувів.

**Принцип геолого-геоморфологічної конформності.** Рельєф, формування якого пов'язане з впливом неотектонічно активних розломів, містить у собі інформацію як про глибинну будову літосфери, так і про характер процесів, внаслідок взаємодії яких він утворився. На думку Г.І.Худякова [25] конформність геоморфоструктурних категорій - це відповідність «зовнішньої поверхні рельєфу текто-

нічній структурі», яка має бути досліджена у єдності з структурно-речовим змістом, що передбачає вивчення об'єктів у тривимірному геолого-геоморфологічному просторі.

**Принцип необерненості розвитку морфоструктур.** Розвиток земної кори є складним багатофакторним циклічним процесом. Неотектонічно активні розломи відносяться до найбільш мобільних ділянок приповерхневої частини літосфери, що знаходиться відображення в закономірних змінах умов формування, тривалості та успадкованості розвитку морфоструктур на різних етапах геологічної історії.

**Принцип поетапного дослідження динаміки.** Інтегральна оцінка неотектонічної активності лінійних морфоструктур проводиться шляхом поетапного морфоструктурно-неотектонічного аналізу, який дає змогу встановити просторово-часові закономірності їх активізацій як впродовж усього неотектонічного етапу, так і протягом окремих часових інтервалів, включаючи голоцен та сучасний.

Діагностика активних розривів здійснюється з використанням комплексу геолого-геоморфологічних індикаторів, найпоширенішими серед яких є: наявність смугових зон різкої зміни літолого-фаціального складу рельєфоутворювальних відкладів, розташування зон їх виклинювання або різкої зміни потужностей; наявність протяжних смугових ділянок розмивів, зміщених смуг розвитку однакових фацій рельєфоутворювальних відкладів; пряmolінійність геоморфологічних меж; лінійне розташування деяких морфоскульптур (карстово-суфозійних, еолових, флювіальних, озерних тощо); пряmolінійність денудаційних уступів та інших.

#### **Діагностика неотектонічно активних розломів**

Одним з найпоширеніших способів діагностики розломних порушень, які впливають на формування рельєфу, є метод комплексного аналізу топографічних карт, аерокосмічних знімків і тривимірних моделей рельєфу, що проводиться з використанням ГІС-технологій. При цьому для достовірного виділення осьової зони розлому необхідно, щоб на кожному його відтинку зберігалось певне співвідношення абсолютних висот у межах суміжних блоків. Таким чином послідовно виділяються розломи від молодших до більш давніх, що контролюється формами рельєфу відповідного віку. Ефективним методом діагностики розломних зон є метод дирекційних напрямків і аномалій який дає змогу виділяти розломні зони шляхом аналізу карт поля лінеаментів, створених на основі аналізу топографічних і аерокосмічних матеріалів.

Різниця висот блоків, розташованих на різних крилах розлому, може бути результатом підняття одного, або опускання іншого блоку. Для з'ясування динаміки лінійних морфоструктур обирають найстабільніший блок, висоту якого приймають як

фонову (середня абсолютна висота сучасної поверхні, гіпсометричний рівень якої відповідає середньому висотному рівню до початку прояву рельєфоутворювальних рухів) [13].

В областях поширення денудаційного рельєфу в зонах активних розривів, як правило, виникає прямий рельєф, геоморфологічна виразність якого залежить від стійкості до денудації порід у крилах розлому, а також швидкостей переміщення цих крил відносно одне одного. Якщо висяче крило складене стійкими породами, а лежаче нестійкими, прирозломний уступ не утворюється, або він нечітко виражений. В однорідних за стійкістю породах при незначних швидкостях переміщення крил висяче крило може бути повністю зруйноване, а в рельєфі сформується лінійно видовжене денудаційне зниження. Коли швидкості вертикального переміщення різних крил розлому є значними, висяче крило відображається у рельєфі у вигляді денудаційно-тектонічного уступу, біля підніжжя якого в межах лежачого крила формується акумулятивний рельєф різного походження.

Залежно від переважання типу деструктивного рельєфоутворювального чинника вздовж розломів відбувається формування різних типів уступів: абразійно-тектонічних, ерозійно-тектонічних скидових, денудаційно-тектонічних скидово-зсувних, денудаційно-тектонічних підкидових, структурних (у випадку пасивної позиції розлому), які утворюються на стійких до денудації породах, а також сейсмічно-денудаційних (внаслідок прояву сейсмічних дислокацій).

У зонах неактивних скидів, підкидів, насувів прямий рельєф і чітко виражений уступ виникають за умови, коли висяче крило складене стійкими породами. В однорідних за стійкістю породах до зон розривів приурочені зони підвищеної тріщинуватості та подрібнення порід, успадковані ерозійною мережею.

Важливе індикаційне значення у діагностиці рельєфоутворювальних розломів відіграють флювіальні форми рельєфу. Елементи ерозійного рельєфу та їх просторові поєднання, пристосовуючись до розломів і зон підвищеної тріщинуватості, утворюють пряmolінійні, зигзагоподібні, дугоподібні та напівкільцеві фрагменти, що досить впевнено дешифрується на топографічних картах відповідних масштабів та аерокосмічних знімках з відповідною роздільною здатністю. Важливим діагностичним критерієм трансрегіональних, регіональних і субрегіональних розломів є ерозійні форми, що успадковують супутні порушення, орієнтовані паралельно осьовим лініям розломів, або ж під кутом, величина якого змінюється залежно від орієнтації поля напруг, що існувало на час утворення розлому.

З урахуванням рельєфоутворювальної ролі розривних порушень виділяють типи річкових долин, пристосовані до грабенів, розсувів, рифтів, зсувних

тектонічних зон, скидів, що характеризуються певними відмінностями у морфології долинного рельєфу, будові терас, відсутністю або редукованістю алювіальних відкладів тощо. Критеріальними ознаками активних розломів в областях поширення акумулятивного рельєфу, зокрема флювіального, найчастіше виявляються аномалії розподілу потужностей, літолого-фаціального складу рельєфоутворювальних алювіальних відкладів, виникнення своєрідних форм, тісно пов'язаних з розривним порушенням тощо.

Найчастіше розломи представлені в рельєфі лінійними уступами між різновисотними денудаційними поверхнями, вузькими видовженими височинами, межами терас, ланцюгами озер, джерел, боліт які, зазвичай, субпаралельно розташовані в зонах розлому. Крім того, до зон розломів можуть бути приурочені ареали активізації гравітаційних процесів - зсувів, осипищ, поширення еолових форм, вологолюбної рослинності, що розвивається в умовах підвищеної обводненості.

На поперечних профілях долин, закладених вздовж насуву, фіксується зміщення русла в бік автохтону. В межах автохтону розвиваються переважно акумулятивні форми рельєфу, часто представлені пролювіальними конусами виносу, річковими терасами (їхній вік давніший у принасувній частині алохтону). Борт долини, складений відкладами алохтону, крутіший, розчленований численними ерозійними формами, які теж мають круті схили

У зонах перетину різноспрямованих неотектонічно активних розломів (морфоструктурних вузлах) спостерігаються випадки орієнтування систем тріщин та супутніх порушень вхрест простягання головного розлому. Аналіз карти щільності тріщин, побудованої на основі дешифрування ерозійної мережі, свідчить, що орієнтування максимумів тріщинуватості, як правило, збігається з основними тектонічними порушеннями, особливо з тими, що розмежовують блоки з різною активністю. Внутрішні ділянки блоків характеризуються мінімальною порушеністю, причому мінімуми тріщинуватості характеризуються невизначеними розпливчастими обрисами.

В областях поширення льодовикового рельєфу активні розломи зумовлюють виразну диференційованість потужностей та літолого-фаціальних особливостей моренних і воднольодо-викових відкладів у суміжних блоках, що зазнають контрастних рухів земної кори по зоні розмежовуючого їх розлому [4].

Виявлення просторових закономірностей поширення розломів найчастіше здійснюється за допомогою морфометричних методів аналізу рельєфу, зокрема аналізу карт коефіцієнтів вертикального, горизонтального ерозійного розчленування рельєфу, карт гоніобазит і гоніогіпсобазит та інших.

Існує ряд підходів до визначення просторових

параметрів зон динамічного впливу розломів. Згідно [36] ширина області динамічного впливу розлому визначається рядом параметрів, головними серед яких є потужність шару залученого до деформації, та довжиною розривів. Встановлено латеральну і вертикальну геологічну диференціацію зон динамічного впливу неотектонічно активних розломів. Латеральні параметри зон динамічного впливу розломів визначаються характером деформованості (тріщинуватості) геологічного субстрату та змінами полів напружень. Вертикальна зональність розломів пов'язана зі змінами реологічних властивостей геологічного середовища.

Області динамічного впливу скидів, насувів, тектонічних зсувів по-різному відображені у морфоструктурному плані території. Так, в області динамічного впливу скидів у межах гірських територій формуються долини-грабени, горстові височини, тектонічно терасовані схили, трапецієподібні долини, денудаційні уступи у рельєфі, сейсмогенні рови, тріщини, уступи у поздовжніх профілях русел річок, спостерігається підвищена активність схилових ерозійних процесів, що є більш контрастними в межах піднятого крила розлому [6].

В областях динамічного впливу тектонічних зсувів індикаторами є куліноподібні, або стільцеподібні в плані обриси, ешелоновані, кулісоподібні форми рельєфу, переривчасті та косо розташовані відносно бортів долини терасові рівні. Між кулісоподібними формами рельєфу формуються котловиноподібні зниження, що мають ізометричну, ромбовидну, витягнуту форму. Зміни фаціально-літологічного складу відкладів, які беруть участь у їхній будові, свідчать про зміни динамічних умов у зоні впливу зсуву.

В областях динамічного впливу насувів утворюються куестоподібні форми рельєфу. У поздовжніх профілях русел, долин, відображені уступи, спостерігається лінійність і підвищена швидкість денудаційних і акумулятивних рельєфоутворювальних процесів.

#### **Методичні підходи до оцінки ендо- і екзодинамічних умов у зонах неотектонічно активних розломів**

Оцінка ендодинамічних умов у зонах неотектонічно активних розломів є одним із пріоритетних напрямків структурно-геоморфологічних досліджень. Ендодинамічні чинники, що впливають на стійкість рельєфу в зонах розломів, у багатьох випадках є визначальною умовою безпечного функціонування народногосподарських об'єктів та безпеки проживання населення, оскільки їх активізація - це своєрідний пусковий механізм для прояву низки небезпечних процесів екзогенної групи.

З кількісних показників неотектонічної активності використовують дані про амплітуди коливань, сумарні амплітуди та середні градієнти швидкостей

неотектонічних рухів земної кори в зонах розломів. При цьому особливу увагу слід приділяти показникам активності структур в антропогені [16, 18, 19].

Інтенсивність прояву ендодинамічних процесів, як правило, виражається в кількісних показниках – сумарних амплітудах неотектонічних рухів за весь неотектонічний етап (пізній кайнозой), або за окремі його підетапи, середніх градієнтах швидкостей неотектонічних рухів земної кори, параметрах ширини і глибини закладення розломів, щільності розломів, тектонічних тріщин, лінеаментів тощо.

Оцінка сумарних амплітуд неотектонічних рухів земної кори здійснюється за допомогою аналізу висотного положення найбільш надійних реперних рівнів - палеогенових і неогенових морських акумулятивних поверхонь вивільнювання з урахуванням поправок на глибину морських епіконтинентальних басейнів, а також ступінь ущільнення порід та поверхонь геоморфологічних рівнів, які їм відповідають на територіях, що залишалися суходолом. Для отримання показників рухів за певний часовий період застосовують метод аналізу потужностей морських відкладів відповідного віку та різниці висот певних геоморфологічних рівнів [15,17].

Однією з найважливіших складових геодинамічного аналізу є геоморфологічна інтерпретація інструментальних даних про швидкості сучасних повільних тектонічних рухів земної кори, отриманих в результаті повторних високоточних і точних нівелювань I – II класів, проведених з інтервалом не менше 20 років (з метою мінімізації впливу так званого “парадоксу швидкостей”, що полягає у невідповідності значень, обчислених у цілому для певного періоду, та значень, обчислених для частини цього періоду, внаслідок коливального характеру сучасних тектонічних рухів та циклічності у зміні інтенсивності їх прояву) [10].

Відносно невеликий часовий діапазон проведення інструментальних спостережень (100-150 років), а також явище “парадоксу” швидкостей не дають підстав робити обґрунтований висновок про існування прямої просторової кореляції показників швидкостей сучасних тектонічних рухів земної кори з давнішими, розрахованими для незрівнянно більших часових періодів. Тому сучасна методика проведення негеодинамічних досліджень лінійних морфоструктур передбачає проведення аналізу сучасних та давніших тектонічних рухів з урахуванням морфоструктурної диференціації території [8].

Сучасні ендодинамічні процеси - прояви швидких (імпульсних) рухів земної кори у вигляді землетрусів, повільних вертикальних та горизонтальних рухів земної кори по зонах активних розломів можуть бути ранжовані за швидкістю дії, площею та глибиною охоплення геолого-геомор-

фологічного середовища, а також за ознаками їх впливу на це середовище.

Крім даних щодо швидкостей сучасних тектонічних рухів земної кори, важливим кількісним показником сучасної тектонічної активності земної кори є градієнт швидкості сучасних тектонічних рухів - показник, який є похідним від значення швидкості і відображає динаміку змін сучасних нахилів земної поверхні. Підвищені значення градієнтів швидкостей сучасних тектонічних рухів земної кори у випадку встановлення їх зв'язку з неотектонічно активними розломами є одним з головних критеріїв оцінки інженерно-неогеодинамічного і еколого-неогеодинамічного ризику.

База інструментальних даних для оцінки сучасної геодинаміки складається з кількісних показників швидкостей повільних сучасних вертикальних рухів земної кори, отриманих методами повторних геодезичних вимірювань та супутникових радіонавігаційних спостережень, даних щодо магнітуд землетрусів та глибин залягання їх вогнищ, отриманих за допомогою геофізичних методів, а також даних щодо змін нахилів земної поверхні, отриманих у результаті земноприпливних спостережень.

На жаль, існуюча на сьогодні база даних інструментальних даних повторного нівелювання для території України (близько 300 реперів) дає можливість отримувати достовірні дані лише в регіональному і субрегіональному масштабах. Не можна не відмітити істотні відмінності у кількісних показниках швидкостей сучасних рухів, а також у їх просторовій екстраполяції. Такі розбіжності пояснюються різною точністю вимірювань (перші карти швидкостей сучасних вертикальних тектонічних рухів земної кори характеризуються похибками до 2 мм/рік, тоді як сучасні значення похибок не перевищують 0,5 мм/рік), різними часовими інтервалами між повторними нівелюваннями, різним ступенем стійкості реперів (деякі з них характеризували висотні деформації, що виникли за рахунок екзогенної складової), зведеним характером карт, на яких урівнюються геодезичні мережі, нерівномірністю та лінійним характером розміщення реперів тощо.

Для вивчення сучасних тектонічних рухів земної кори, крім інструментальних, широко використовуються геолого-геоморфологічні методи досліджень. Найчастіше для цих цілей застосовують методи виявлення впливу сучасних рухів по розломах на форму поздовжніх профілів русел. Широкого поширення набув метод “ізодеф”, обґрунтований М.Г. Волковим [2]. Сутність методу полягає у зіставленні топографічного профілю русла з геометричним аналогом (параболічна крива). Відносна деформованість профілю визначається як алгебраїчна різниця висот між реальною топографічною лінією профілю та його геометричним аналогом. Просторова диференціа-

ція значень деформованості повздожніх профілів русел є основою для створення карти ізодэф, яка в умовних одиницях характеризує активність структур, що перетинаються річкою або успадковуються нею.

Додатковими методами виявлення диференційованості сучасних тектонічних рухів земної кори в зонах розломів є методи аналізу руслової зони, її ширини, морфології, будови заплавних терас, зональності морфологічно неоднорідних заплав, диференціації вздовж повздожнього профілю загальної потужності голоценового алювію, співвідношення потужностей відкладів руслових і заплавних фаций, диференціації гранулометричного складу алювію та вмісту важких мінералів-індикаторів у певних типах алювію тощо [14,16].

Незважаючи на те, що безпосередній вплив на сучасний геодинамічний стан приповерхневої частини літосфери мають сучасні тектонічні (повільні й швидкі, сейсмогенні) тектонічні рухи земної кори, специфічні риси її будови складаються в процесі формування лінійних структур, їх динаміки впродовж усього неотектонічного етапу, а також внаслідок процесів літогенезу і морфогенезу. Тому при проведенні негеодинамічних досліджень необхідно застосовувати *методику поетапного морфоструктурно-негеодинамічного аналізу*, яка дає можливість виявити просторово-часові закономірності формування лінійних і площових морфоструктур різних типів, визначити успадкованість їх розвитку [20].

Однією з найхарактерніших особливостей прояву екзогенних процесів у зонах розломів є їхня динамічність, що проявляється у зміні в просторі та часі їх поширення й активності. Останнє, в свою чергу, визначає зміни існуючого рельєфу. Активізація проявів екзогенних процесів часто зумовлює порушення стійкості масивів гірських порід та спричинює різноманітні деформації.

Наслідками активізацій розломів земної кори є ендегенно зумовлена активізація ряду екзогенних процесів (флювіальних, ерозійних, гравітаційних, карстових, біогенних). Дослідження інтенсивності та особливостей просторової організації їх прояву є важливим діагностичним критерієм зон розломів, а також одним із чинників оцінки їх динамічної позиції.

Для оцінювання інтенсивності прояву, а також прогнозу розвитку екзогенних процесів у зонах активних розломів використовують методи морфолого-морфометричної групи, в основі яких лежить дослідження ступеня розчленованості флювіального карстового, льодовикового, еолового рельєфу та різних його похідних.

Для узагальнення даних про активні розломи необхідним є урахування нижченаведених характеристик:

- тип зміщення;
- глибина проникнення розлому;
- ознаки відображення розлому в будові різ-

новікового рельєфу;

- ознаки відображення розлому в морфометричних показниках рельєфу;
- ознаки прояву розлому в особливостях перебігу сучасних екзогенних процесів;
- ознаки відображення розлому в будові пізньокайнозойських відкладів;
- сейсмологічні та сеймотектонічні ознаки сучасної активізації розломів;
- ознаки прояву швидких та повільних сучасних тектонічних рухів земної кори;
- наявність гідротермальних, гідрогеохімічних та газових аномалій;
- дані про просторовий розподіл лінементів та їх пристосованість до активних розломів.

В Інституті географії НАН України розроблено нову систему комплексу паспортизації критеріїв (ознак) та оцінки активності розривних порушень, яка включає відомості щодо геометрії виходу розлому на земну поверхню, або проекції на поверхню круто нахиленого розлому, напрямку простягання, нахилу площини, довжини розлому, кінематичного типу зміщення, співвідношення вертикальної й горизонтальної компонент, глибини проникнення розлому, геолого-геоморфологічних, сеймотектонічних, геодезичних, гідротермальних, гідро-геохімічних, газових, історико-археологічних ознак активності розлому.

Сформована база даних може бути використана для оцінювання достовірності виділення розломів, їх активності за комплексом ознак, проведення класифікації активних розломів за типами зміщень, відносною амплітудою наймолодших рухів земної кори, ймовірністю активізації деструктивних екзогенних процесів, сейсмічністю [18].

## Висновки

Сучасні уявлення про закономірності блокової структури та динаміки земної кори дають підстави розглядати розлом як об'ємне геолого-геоморфологічне утворення, що нелінійно розвивається в часі й просторі та характеризується наявністю зони динамічного впливу - частини суміжного з розломом простору, в межах якого спостерігаються залишкові наслідки деформацій, зумовлені формуванням розлому або його тектонічними активізаціями. Неотектонічно активні розломи і зони їх впливу утворюють динамічні геолого-геоморфологічні системи різного рівня ієрархії – від загальнопланетарних до локальних.

Дослідження неотектонічно активних розломів здійснюється з дотриманням принципів системності, ієрархічності, геолого-геоморфологічної конформності, необерненості розвитку та поетапного дослідження динаміки морфоструктур.

Діагностика активних розривів здійснюється з використанням комплексу геологічних, структурно-геоморфологічних і неотектонічних індикаторів, набір яких змінюється відповідно до генетич-

них категорій рельєфу, комплексний аналіз яких дає можливість отримати досить об'єктивну якісну і кількісну оцінку неотектонічної та сучасної тектонічної активності розломів, у тому числі в межах відносно слабоактивних платформних структур.

Важливим для виявлення й оцінки активності неотектонічно активних розломів є комплекс структурно-геоморфологічних (морфолого-морфо-

метричних) і неотектонічних методів, ефективність яких значно підвищується шляхом застосування ГІС-технологій.

Розроблена в Інституті географії НАНУ геоінформаційна система паспортизації неотектонічно активних розривних порушень дає змогу виявляти, здійснювати оцінку новітньої та сучасної активності й ранжувати розломи за комплексом якісних ознак і кількісних показників.

### Література

1. Бондарчук В.Г. Основные вопросы тектоогени. – К.: Изд-во АН УССР, 1961. – 382 с.
2. Волков Н.Г. Карты изодеф // Применение геоморфологических методов в структурно-геологических исследованиях. – М.: Недра, 1970. – С. 59 - 66.
3. Гинтов О.Б. Полевая тектонофизика и ее применение при изучении деформаций земной коры Украины. - К.: «Феникс», 2005. – 572 с.
4. Карабанов А.К., Гарецкий Р.Г., Айзберг Р.Е. Неотектоника и неогеодинамика запада Восточно-Европейской платформы.- Минск: Беларус. наука, 2009. – 183 с.
5. Карпинский А.П. Замечания о характере дислокаций в южной полосе Европейской России // Горный журнал. – 1883. – №11. – С. 434 - 445.
6. Кузьмин С.Б. Области активного динамического влияния разломов // Геоморфология. – 1991. – №3. – С. 94 - 101.
7. Кузьмин Ю.О. Современная геодинамика разломных зон // Физика Земли. – 2004. – № 10. – С. 95 - 111.
8. Лиценберг Д.А. Актуальные проблемы современной геодинамике рельефа // Современные движения земной коры. Морфоструктуры, разломы, сейсмичность. – М.: Наука, 1987. – С. 23 - 33.
9. Лобацкая Р.М. Структурная зональность разломов. – М.: Недра, 1987. – 128 с.
10. Магницкий В.А. Физическая природа некоторых типов вертикальных движений земной коры. – Таллинн: АН ЭССР, 1965. – С. 47 - 54.
11. Николаев Н.И. Новейшая тектоника и геодинамика литосферы. – М.: Недра, 1988. – 491 с.
12. Никонов А.А. Активные разломы: Определение и проблемы выделения // Геоэкология. – 1995. – №4. – С.16 - 27.
13. Орлова А.В. Блоковые структуры и рельеф. – М.: Недра, 1975. – 232 с.
14. Палиенко В.П. О некоторых особенностях геологического строения пойменных террас Прикарпатья, обусловленных неотектоническими движениями //Материалы по четвертичному периоду Украины (к VIII конгр. ИНКВА). – К.: Наук. думка, 1969. – С. 198 - 209.
15. Палиенко В.П. Новейшая геодинамика и ее отражение в рельефе Украины.- К.: Наук. думка, 1992.- 116 с.
16. Палиенко В.П. Структурно-геоморфологические аспекты изучения молодых движений земной коры по разломам на территории Украины // Геол. журн. – 1993. – №6. – С.64 - 70.
17. Палиенко В.П., Барцевский Н.Е., Спица Р.А. Общие принципы и подходы к изучению геоморфологических и неотектонических условий районов расположения атомных электростанций // Рельеф среды жизни человека (экологическая геоморфология).- М.: Медиа-ПРЕСС, 2002. – Т.1. – С. 175 - 188.
18. Палиенко В.П., Спица Р.О. Концептуальні засади та принципи діагностики, паспортизації та ранжування неотектонічно активних розломів // Укр. геогр. журн. – 2009. – №2. – С.9 - 13.
19. Симонов Ю.Г. Основные черты современной концепции дизъюнктивной морфотектоники // Вестн. Моск. ун-та. Сер.5. География. – 2003. – №4. – С.10 - 14.
20. Соколовский И.Л., Волков Н.Г. Методика поэтапного изучения неотектоники. – К.: Наук. думка, 1965. – 134 с.
21. Суворов А.И. Закономерности строения и формирования глубинных разломов. – М.: Наука, 1968. – 316 с.
22. Трифонов В.Г. Особенности развития активных разломов // Геотектоника. – 1985. – №2. – С.16 - 26.
23. Тяпкин К.Ф. Изучение разломных и складчатых структур геолого-геофизическими методами. – К.: Наук. думка, 1986. – 168 с.
24. Хаин В.Е. Глубинные разломы: основные признаки, принципы классификации и значение в развитии земной коры (исторический обзор) //Изв. Вузов. Сер. Геология и разведка. – 1963. – №3. – С. 15 - 29.
25. Худяков Г.И. Геоморфотектоника юга Дальнего Востока (вопросы теории). – М.: Наука, 1977. – 326 с.
26. Чебаненко И.И. Розломна тектоніка України. – К.: Наук. думка, 1966. – 179 с.
27. Чебаненко И.И. Теоретические аспекты тектонической делимости земной коры (на примере Украины). – К.: Наук. думка, 1977. – 84 с.
28. Шатский Н.С. Основные черты строения и развития Восточно-Европейской платформы: сравнительная тектоника древних платформ // Изв. АН ССР. Сер. геол. – 1946. – С. 5 - 62.
29. Шерман С.И., Борняков С.А., Буддо В.Ю. Области динамического влияния разломов. – Новосибирск: Наука, 1983. – 112 с.
30. Шульц С.С. Планетарная трещиноватость. – Л.: Изд ЛГУ, 1973. – 297 с.
31. Hobbs W.H. Lineaments of the Atlantic border region. – Bull. Geol. Soc. Amer., 1904. – Vol. 15, № 4. – P. 483 - 506.
32. Sonder, R.A. Die Lineament Tektonik und ihre Probleme // Eclogae Geol. Helvetiae, 1938. – V. 31. – P. 199 - 238.