

ГЕОЛОГІЯ

УДК 551.24.548:242.7:248(477)

Олексій Вацлавович Бартацук,

к. геол. н., ст. наук. співроб., зав. відділу газових ресурсів Українського науково-дослідного інституту природних газів, Гімназійна наб., 20, м. Харків, 61010, Україна,
e-mail: alekseybart@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0001-7831-6134>;

Василь Григорович Суярко,

д. г-м. н., професор, кафедра мінералогії, петрографії та корисних копалин,
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,
e-mail: vgস্যুরকো@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3693-4767>

ГОРИЗОНТАЛЬНІ ПЕРЕМІЩЕННЯ ГЕОМАСИВІВ У КОНТИНЕНТАЛЬНИХ РИФТОГЕННИХ ГЕОСТРУКТУРАХ (НА ПРИКЛАДІ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОГО ПАЛЕОРИФТА). ЧАСТИНА 1. СТРУКТУРНІ ПРОЯВИ ТЕКТОНІЧНОЇ ТЕЧІЇ У ФУНДАМЕНТІ

На інверсійних етапах еволюції континентальних геоструктур консолідовані породи цоколю набувають значної внутрішньої об'ємної тектонічної рухомості за рахунок структурно-речовинних перетворень і деформацій тектонічної течії. Механізми та масштаби структурних перебудов залежать від особливостей їх первинної тектонічної будови і геодинаміки, характеру інверсій полів тектонічних напруг, реології та інтенсивності стрес-метаморфічних деформацій гірських порід. Вторинні дислокації важливо враховувати при геотектонічних дослідженнях древніх внутрішньо-плитних грабен-рифтів, до яких належить Дніпровсько-Донецький палеорифт. Раніше, при вивченні системної організації його диз'юнктивної тектоніки, на підставі геометричного, кінематичного і генетичного аналізу структурних рисунків розломів, було показано, що рифтову розломно-блокову будову докембрійського фундаменту ускладнюють різновікові дислокації інверсійних етапів еволюції. Вони розглядаються результатом прояву механізму крихко-в'язкої деформації об'ємної тектонічної течії (рейдної деформації) магматичних і метаморфічних гірських порід. Формування структур тектонічної течії відбувається у перемінному геодинамічному полі напруг з переважанням тангенціальної складової за схемою прогресивної стрес-метаморфічної деформації.

Стаття є першою із трилогії, що продовжує дослідження з динамічної геотектоніки палеорифту, висвітлюючи кінематичні механізми і геологічні наслідки горизонтальних переміщень геомас консолідованих гірських порід фундаменту і осадочного чохла. Вивчено морфолого-генетичні типи, тектонічну позицію і кінематичні механізми формування вторинних деформаційних структур тектонічної течії субрегіонального і зонального масштабів, розміром від десятків до сотень кілометрів, які ускладнюють його рифтогенний розломно-блоковий рельєф. Аналізовано їх відображення в локальних аномаліях магнітного і гравітаційного геофізичних полів, а також у вертикальних амплітудах новітніх (голоценових) тектонічних рухів. Показано їх системну, структуроутворюючу / трансформуючу роль на колізійному етапі еволюції континентальної земної кори.

Ключові слова: рейдна деформація, структури тектонічної течії, горизонтальні переміщення геомасивів, кінематика, структурні парагенези.

А. В. Бартацук, В. Г. Суярко. ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ГЕОМАСИВОВ В КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ РИФТОГЕННЫХ ГЕОСТРУКТУРАХ (НА ПРИМЕРЕ ДНЕПРОВСКО-ДОНЕЦКОГО ПАЛЕОРИФТА). ЧАСТЬ 1. СТРУКТУРНЫЕ ПРОЯВЛЕНИЯ ТЕКТОНИЧЕСКОГО ТЕЧЕНИЯ В ФУНДАМЕНТЕ. *На инверсионных этапах эволюции континентальных геоструктур породы цоколя приобретают значительную внутреннюю объемную тектоническую подвижность за счет структурно-вещественных преобразований и деформаций тектонического течения. Механизмы и масштабы структурных перестроек зависят от особенностей их первичного тектонического строения и геодинамики, характера инверсий полей тектонических напряжений, реологии и интенсивности стресс-метаморфических деформаций горных пород. Вторичные дислокации важно учитывать при геотектонических исследованиях древних внутриплитных грабен-рифтов, к которым относится Днепровско-Донецкий палеорифт. Ранее, при изучении системной организации его диз'юнктивной тектоники, на основании геометрического, кинематического и генетического анализа структурных рисунков разломов, было показано, что рифтовое разломно-блоковое строение докембрійского фундамента осложняют разновозрастные дислокации инверсионных этапов эволюции. Они рассматриваются как результат проявления механизма хрупко-вязкой деформации объемного тектонического течения (рейдной деформации) магматических и метаморфических горных пород. Формирование структур тектонического течения происходит в переменном геодинамическом поле напряжений с преобладанием тангенциальной составляющей по схеме прогрессивной стресс-метаморфической деформации.*

Статья является первой из трилогии, которая продолжает исследования динамической геотектоники палеорифта, освещая кинематические механизмы и геологические последствия горизонтальных перемещений геомасс консолидированных горных пород фундамента и осадочного чехла. Изучены морфолого-генетические типы, тектоническая позиция и кинематические механизмы формирования вторичных деформационных структур тектонического течения субрегионального и зонального масштабов, размером от десятков до сотен километров, которые осложняют его рифтогенный разломно-блоковый рельеф. Проанализировано их отражение в локальных аномалиях магнитного и гравитационного геофизических полей, а также в вертикальных амплитудах новейших (голоценовых) тектонических движений. Показано их системную, структурообразующую / трансформирующую роль на коллизионном этапе эволюции континентальной земной кори.

Ключевые слова: рейдная деформация, структуры тектонического течения, горизонтальные перемещения геомасивов, кинематика, структурные парагенезы.

Вступ. Дніпровсько-Донецький палеорифт (ДДП) є крупною регіональною геоструктурою Сарматської плити, розташованою у південно-східній частині Східно-Європейської платформи, яка тривалий геологічний час формувалась на фоні контрастних геодинамічних обстановок у континентальній земній корі, що змінювались, охоплюючи наступні послідовні етапи структурної еволюції кори: 1- палеопротерозойську колізію літосферних плит Фенноскандії і Сарматії із загальним стисканням та об'єднанням в єдиний геомасив первісних мегаблоків Українського щита (УЩ) і Воронезької антеклізи (ВА); 2- епіконтинентальний рифтогенез на протязі неопротерозою (ранній рифей)- палеозою (пізній девон-ранній карбон), що відбувався в режимі розсування із наступним розігрівом "холодної" літосфери Сарматської плити мантійними плюмами і формуванням грабен- рифтової структури над новоствореним "мантійним вікном" у континентальній земній корі; 3- внутрішньо-платформний пізньо-герцинський тектогенез з формуванням у континентальному осадовому басейні лінійних складчастих зон на тлі компенсованого синеклізного прогинання; 4- мезо-кайнозойську активізацію на фоні загально-плитного колізійного стискання внаслідок меридіонального переміщення Африканської і Аравійської плит, що супроводжувалось деформаційним структуроутворенням у переважно зсувному полі геодинамічних напруг [1,2,3]. Таким чином, у тектонічній еволюції геоструктури ДДП послідовно мали прояв три контрастні геодинамічні режими напружено-деформованого стану континентальної земної кори [4].

Очевидно, що зі змінами геодинамічних обстановок кожен із інверсійних етапів еволюції геоструктури ДДП супроводжувався трансформуванням первинної рифтової будови з утворенням нових планів тектонічних деформацій, тому сучасна геоструктура палеорифту вміщує суму усіх різновікових структурних ускладнень регіонального структурного плану. Таким чином, дослідження структурних проявів етапів внутрішньо-плитної активізації і загально-плитної колізії у ДДП актуальною теоретичною проблемою регіональної геотектоніки і геодинаміки і предметом вивчення у трилогії і даній статті.

Огляд попередніх публікацій і досліджень.

Механізми внутрішньої структурно-речовинної переробки порід фундаменту древніх платформ та метаморфічних комплексів складчастих поясів вивчались у роботах [5-9]. До них належать: в'язка або пластична деформація, а також крихка, або розломно-блокова, мікросколова, або кліважна деформація, меланжування, тектонічна дезінтеграція і катаклаз, динамічна рекристалізація, безструктурна течія гранульованих

середовищ. У процесі трансформації рифтової розломно-блокової архітектури фундаменту на плікативно-дислоковану, під впливом вказаних деформаційних механізмів, за рахунок внутрішнього перерозподілу його об'єму відбуваються переміщення тектонічно активізованих геомас по в'язких тектонічних розривах. Об'ємна тектонічна течія порід здійснюється навіть у приповерхневих горизонтах земної кори, де рухомість і вторинні дислокації геомас реалізуються в умовах прогресивного стрес-метаморфізму в режимі "холодної" деформації кори. Переважаючою формою внутрішньо-плитного тектогенезу за таких обставин є горизонтально- площинні переміщення шарів тектонічно неоднорідної, розшарованої та розущільненої верхньої частини кори. Тому важливою рисою структурної еволюції земної кори континентальних рифтогенних геоструктур є структуроформуюча роль тангенціальних напруг, якими зумовлені дислокації горизонтального зсування [10-12].

Тектонічні деформації фундаменту і осадового чохла із горизонтальною складовою рухів в межах платформ і рухливих поясів добре відомі. Аналізуючи еволюцію рельєфу материків, Л. Кінг першим звернув увагу на значну внутрішню рухомість фундаменту континентів і започаткував поняття "реїдна деформація", визначивши її як здатність кристалічних гірських порід до об'ємної течії у твердому стані [13].

Реїдна деформація у поверхні фундаменту виявляється із використанням тектонофізичних методів аналізу диз'юнктивних структур, взаємне розташування і морфологічні особливості яких вказують на об'ємну тектонічну течію консолідованих порід, якою обумовлюються горизонтальні переміщення геомас фундаменту і осадового чохла, що показано у роботах [14-17]. Наразі з'явилися нові теоретичні напрацювання [18-20], які свідчать, що реїдна деформація охоплює усі природні форми тектонічної течії та їх складні поєднання, тому вивчення природних механізмів формування вторинних диз'юнктивних і плікативних деформаційних структур дозволяє ідентифікувати природу деформаційних процесів, що зумовлюють об'ємну тектонічну течію геомас.

Останнім часом отримано нові геологічні матеріали, що свідчать про значні тектонічні напруги в земній корі і деформації південно-східної частини Сарматської плити внаслідок її колізійної взаємодії із суміжними складчастими поясами і плитами, наприклад [21]. Однак, дослідження структурних проявів пострифтової внутрішньо-плитної тектонічної активізації у ДДП не є системними, охоплюючи фрагментарно лише територію його північного борта на схилах ВА [22],

південного борта в межах УЩ [23], але більшу частину ДСС, завдяки роботам [24-26].

В моїй попередній роботі [27] було показано, що неодноразові ускладнення геоструктури ДДП були обумовлені змінами геодинамічних режимів у континентальній земній корі, які, у свою чергу, були викликані інверсіями параметрів поля тектонічних напруг. Сформовані у межах виділених зон різновікової активізації вторинні деформаційні структури тектонічної течії (СТТ) мають відображення у типових зсувних структурних рисунках систем розломів (СР) докембрійського фундаменту і осадового чохла. Ці дані дозволяють суттєво корегувати усталені уявлення щодо статичної розломно-блокової тектоніки верхніх шарів континентальної земної кори, доповнюючи їх необхідною геодинамічною складовою-динамічною тектонікою об'ємної течії консолідованих порід, яка є предметом наших регіональних геотектонічних досліджень.

Мета і задачі досліджень. Метою регіональних геотектонічних досліджень є вивчення структурних проявів реїдної деформації в архітектурі докембрійського кристалічного фундаменту, при цьому вирішувались наступні завдання:

1- вивчення морфології, тектонічної позиції і кінематики СТТ, виділених у поверхні кристалічного фундаменту за структурно-кінематичних ознак;

2- ідентифікація СТТ за даними аналізу структурних неоднорідностей аномального магнітного і гравітаційного потенційних геофізичних полів, а також поля вертикальних амплітуд новітніх (голоценових) тектонічних рухів.

Матеріали і методи досліджень. Структури тектонічної течії та їх структурно-кінематичні парагенези достатньо коректно виявляються із використанням структурно-кінематичного аналізу диз'юнктивних і плікративних структур, взаємне розташування і морфологія яких вказують на горизонтальні переміщення геомас. *Оригінальна комплексна методика регіональних геотектонічних досліджень* полягає у комплексуванні структурно-парагенетичного і структурно-кінематичного методів тектонофізичних досліджень СР. В її основу покладено відомі методи геометричного, кінематичного і парагенетичного аналізів систем тектонічної тріщинуватості різного віку, морфології, масштабу і генезису [11,14-16], спрямованих на виявлення і діагностику СТТ із подальшою їх ідентифікацією в локальних аномаліях потенційних геофізичних полів і вертикальних амплітудах неотектонічних рухів. Застосування даної методики у моїй попередній роботі [27], дозволило відновити у геохронології параметри тектонічного поля напруг для реконструкції геодинамічних обстановок структурної еволюції континентальної земної

кори палеорифту, а також визначити основні природні механізми формування СТТ у лінійних зонах горизонтально-зсувних дислокацій.

Картографічною основою досліджень служать «Карта розривних порушень і основних зон лінеаментів південного заходу СРСР (з використанням матеріалів космічної зйомки)» масштабу 1:000 000 (редактор М. Крилов, 1988) і сейсмічна структурна карта масштабу 1:500000 поверхні фундаменту (М. Манюта, 1987). Додатковими аналітичними матеріалами є карти спостережених локальних аномалій гравітаційного (ΔG_a) і магнітного (ΔT_a) полів масштабу 1:200000 (В. Шемет, В. Омельченко, 2006-2009), а також карта вертикальних амплітуд неотектонічних (голоценових) рухів (А. Полівцев, 2007).

На картографічному матеріалі, з використанням визначальних структурно-кінематичних індикаторів СТТ, згідно [14-16] і принципової моделі сполучених деформаційних парагенезів тектонічної течії, згідно [11] (рис. 1), проводилось виявлення СТТ у поверхні фундаменту з їх наступною ідентифікацією в локальних аномаліях потенційних геофізичних полів і амплітудах новітніх (голоценових) вертикальних тектонічних рухів. На цих підставах виділялись морфолого-генетичні типи СТТ із визначенням напрямків і кінематики горизонтальних переміщень тектонічно активізованих геомасивів.

Виклад основного матеріалу. Структурний аналіз розломної решітки у поверхні фундаменту дозволив виявити регіональний масштаб поширення визначальних структурно-кінематичних індикаторів об'ємної тектонічної рухомості кристалічних порід в межах усіх тектонічних зон ДДП, а також встановити, що вторинні деформації тектонічної течії у структурному плані палеорифта, за інтенсивністю структурного прояву, відображаються у трьох основних морфологічних типах територіально і динамічно взаємопов'язаних зон концентрованих реїдних дислокацій (рис. 2).

Перший тип дислокацій складають діагональні і поперечні до простягання палеорифта лінеаментні зони концентрованих диз'юнктивних деформацій кристалічних порід. Сформовані в зонах динамічного впливу активізованих на інверсійних етапах геодинамічної еволюції континентальної земної кори древніх трансрегіональних глибинних розломів, вони утворюють системний структурно-тектонічний каркас, складений лінійними зонами горизонтально-зсувного контролю. У рельєфі фундаменту вони служать рухомими між-сегментними зонами, якими контролюються напрямки і кінематика горизонтальних внутрішніх переміщень геомасивів і поперечна сегментація геоструктури. До них належать шість лінійних зон горизонтально-зсувного контролю, із північ-

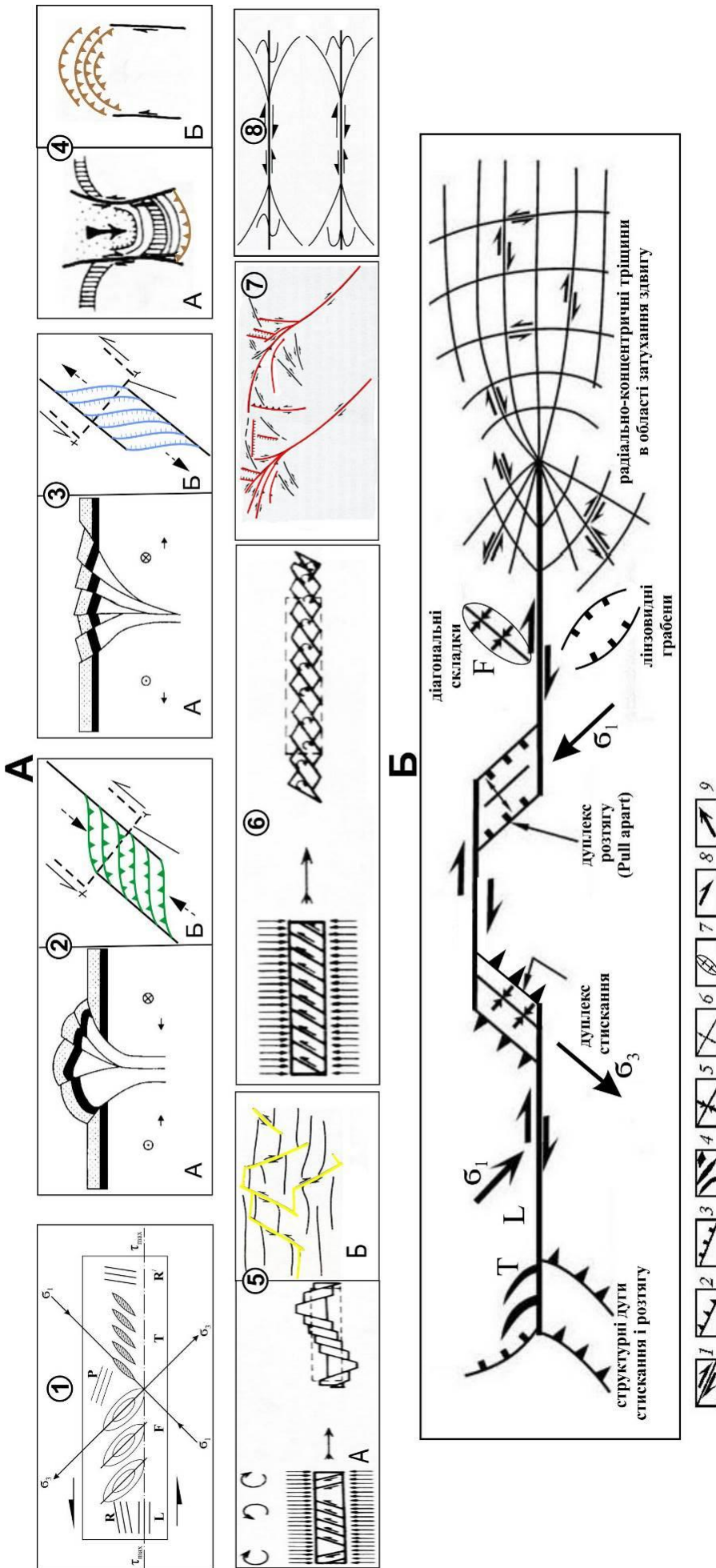


Рис. 1. А. Структурно-кінематичні індикатори для генетичної діагностики структур тектонічної течії, з використанням [13-15]. Типи парагенезів (цифри), принципів моделі (А), структурні рисунки (Б): 1 деформаційні здвигові структури обстановок трансресії та транстенсії; 2 дуплекси стиснення (contractional duplex); 3 дуплекси розтягання (extensional duplex, pull-apart basin); 4 ороклін насувного типу; 5 парагенез комбінації «поперечне висування – подовжнє видовження завдяки узгодженого обертання блоків за системою однойменних здвигів (структура "доміно")»; 6 парагенез на закінченні здвигу – "кінський хвіст"; 7 парагенез на закінченні здвигу – "кінський хвіст"; 8 овальні дислокаційні структури.

Б. Просторова модель сполучених структурних парагенезів тектонічної течії, з використанням [12].

1 – здвиги; 2 – підкиди та насуви; 3 – скиди; 4 – відриви; 5, 6 – структури стиснення (5) і розтягу (6); 7 – діагональні складки; 8, 9 – напрямки здвигових (8) і тангенціальних переміщень (9). Букви на схемі: L – головні магстральні здвиги; R, P – вторинні (опіряючі) синтетичні здвиги і сколи, R' – вторинні антитетичні здвиги, T – структури розтягу (відриви), F – структури стиснення (складки)

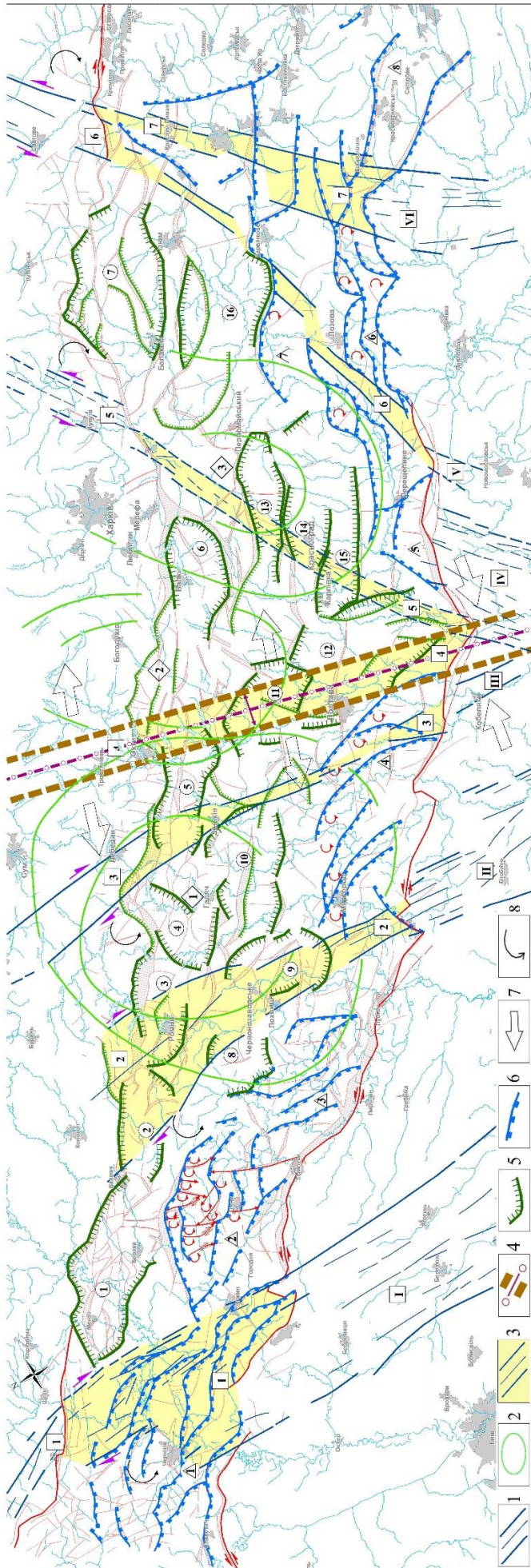


Рис. 2. Структурно-кінематична схема постріфових ускладнень архітектури фундаменту ДДП

. Цифри: I - VI - зони глибинних розломів: I - Кіровоградська; II - Криворізько-Кременчуцька; III - Дніпродзержинська; IV - Одеська; V - Оріхово-Павлоградська; VI - Центрально-Приазовсько-Слов'янська. 1-3 - кільцеві дуготипні аномалії: 1 - Галяцька; 2 - Богодухівська; 3 - Валківська (згідно матеріалів космічної зйомки [М.Крилов, 1988]). 1 - 7 - лінеаментні зони звувного контролю: 1 - Чернігівсько-Ніжинська; 2 - Глобино - Конотопська; 3 - Кобеляцько - Лебединська; 4 - Михайлівсько-Охтирська; 5 - Карлівсько-Чугуївська; 6 - Лозівсько-Старобільська; 7 - Добропільсько-Сватівська. Структурні улоговини: 1) 1 - 7 - північної прибортової зони: 1 - Менсько-Борзнянська; 2 - Бахмацько - Великобубнівська; 3 - Роменсько-Південно-Панасівська; 4 - Синівська; 5 - Зінківська; 6 - Валківська; 7 - Балаклійсько-Савинська; 2) 8 - 16 осові: 8 - Сребненська; 9 - Лохвицька; 10 - Лютенська; 11 - Солохівська; 12 - Східно-Полтавська; 13 - Карлівська; 14 - Красноградська; 15 - Старовірівська; 16 - Комишуваська. 1 - 8 структурні дуги стискання: 1 - Чернігівська; 2 - Ніжинсько-Ічнянська; 3 - Прилуцько-Лубенська; 4 - Миргородсько-Абазівська; 5 - Перещипинська; 6 - Лозівська; 7 - Сахновщинсько-Краснопавлівська; 8 - Добропільсько-Селідовська. Умовні позначення: 1 - шовні зони глибинних розломів, 2 - кільцеві дуготипні аномалії, згідно матеріалів космічної зйомки [М.Г. Располов, 1988]; 3 - лінійні зони звувного контролю; 4 - вісь кінематичної симетрії; 5 - структурні дуги розтягу; 6 - структурні дуги стискання; 7 - напрямки переміщення геомас; 8 - напрямки витискання і обертання геоблоків

ного заходу на південний схід: Чернігівсько-Ніжинська, Глобино-Конотопська, Кобеляцько-Лебединська, Карлівсько-Чугуївська, Лозівсько-Старобільська і Добропільсько-Сватівська зони.

Другий тип належить до концентрованих плікативних дислокацій, територіально і динамічно підпорядкованих лінійним зонам структурно – зсувного контролю. Вони представляють собою кулісні ряди структурних дуг стискання (дуплексів стискання – у тектонофізичному сенсі), які утворюють переважно поздовжні до простягання геоструктури позитивні форми рельєфу, такі як виступи південного борта і протяжні гряди високоамплітудних структурних щаблів- уступів у південній прибортовій зоні Дніпровського грабена.

Третій тип складають кільцеві, лінзовидні і овальні зони концентрованих плікативних деформацій, що складені структурними парагенезами дуг розтягання-ансамблями дуплексів розсуву (у тектонофізичному сенсі). Вони охоплюють міжлінеаментні ділянки дисипативних горизонтальних переміщень геомас із найменшою інтенсивністю структурних проявлень, які утворюють вторинні структурні ускладнення у вигляді кільцевих, лінзовидних і овальних локальних структурних улоговин на занурених схилах і днищах крупних осьових структурних депресій.

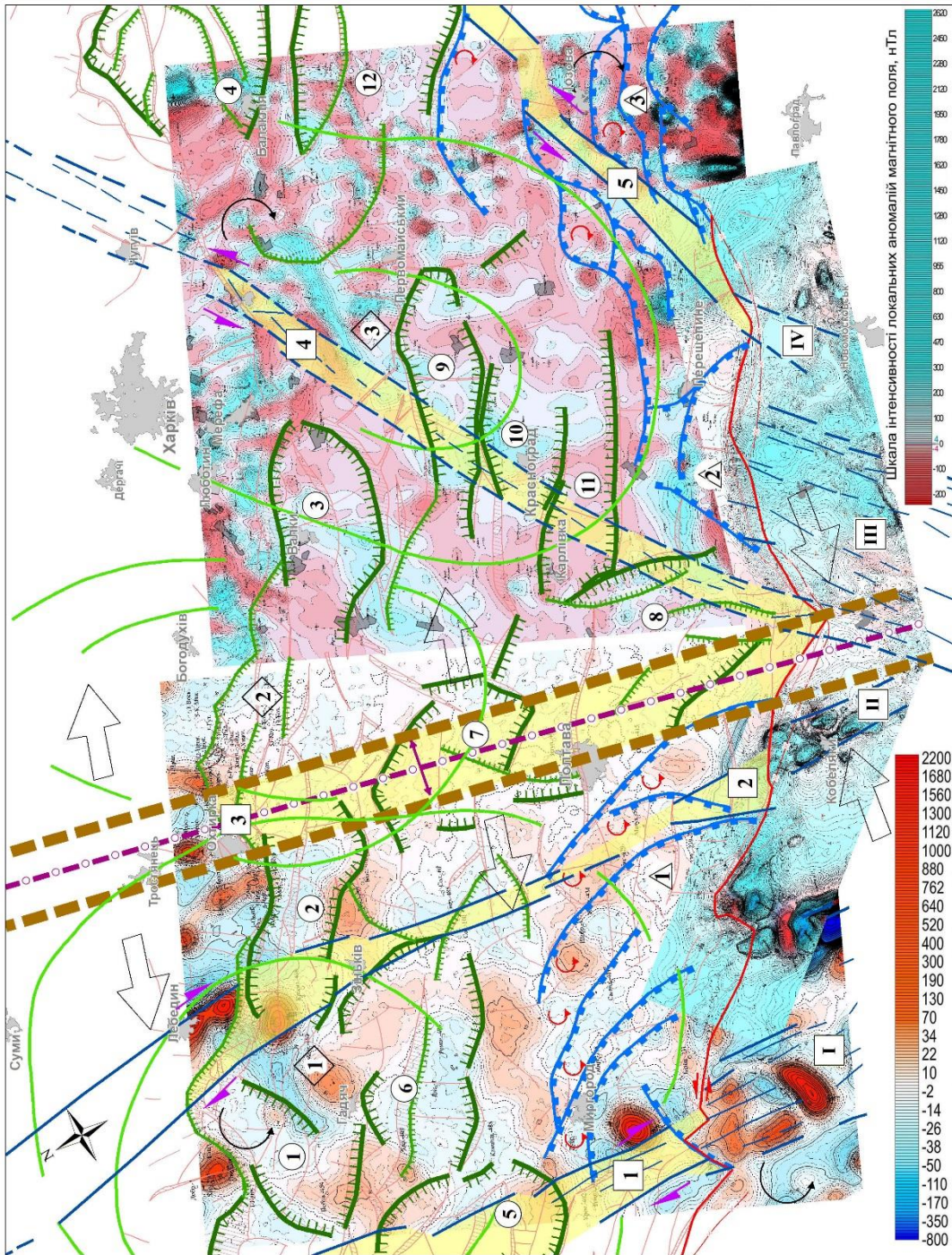
Особливості структурно-кінематичної будови трьох вказаних типів дислокаційних зон показано на прикладах їх прояву в геологічній будові Лохвицького і Ізюмського сегментів Дніпровського грабена. Вивчення кінематики горизонтальних переміщень геомас показало, що в межах Лохвицького сегмента більшість структуро-трансформуючих розломів-зсувів приурочено до діагональних СР північно-західного простягання у середньому азимуті 327° і має правосторонню кінематику рухів. На відміну від них, більшість структуро-трансформуючих лінеаментів в Ізюмському сегменті утворено у діагональних СР, які проявлені південно-східних румбах в середньому азимуті 57° і володіють лівосторонньою кінематикою.

Докорінні відмінності у кінематиці горизонтальних переміщень геомас між північно-західною і південно-східною частинами ДДП можуть бути пов'язані з формуванням головного системно-структурно-кінематичного елементарного інверсійної структури – Михайлівсько-Охтирської поперечної осі кінематичної симетрії, яка розділяє північно-західний і південно-східний мегаблоки палеорифту із різними кінематичними типами СТТ і їх парагенезів. Вона є також віссю тектонічного розтікання геомас (в концепції динамічної геотектоніки), що розташовується у шовній зоні Верховцівсько-Льговського меридіонального глибинного розлому.

До основних структуроутворюючих диз'юнктивних елементів новітньої архітектури фундаменту віднесено Кировоградський, Західно-Інгулецький, Криворізько-Кременчуцький, Дніпродзержинський, Одеський, Оріхово-Павлоградський та Центральньо-Приазовсько-Слов'яногірський трансрегіональні мантіїні глибинні розломи, трасування яких прийняте згідно «Карти розривних порушень і основних зон лінеаментів південного заходу СРСР (з використанням матеріалів космічної зйомки)». Вони простежуються з УЩ, перетинають територію ДДП і південні схили ВА. Поновлення тектонічних рухів в епохи платформної активізації і загально-плитної колізії вздовж вказаних глибинних лінеаментів викликало формування територіально і динамічно приуроченої до них розломної решітки лінійних зон горизонтально-зсувного контролю, які складають структурно-тектонічний каркас системної організації новітньої архітектури ДДП (рис. 2).

На рисунках 3, 4, 5 (ліва половина рисунків) наведено результати комплексного аналізу морфології, тектонічної позиції і кінематики виділених в межах східної частини Лохвицького сегмента вторинних дислокаційних зон. У поверхні фундаменту тут ідентифіковано переважання концентрованих типів структурних дислокацій горизонтального зсуву з правосторонньою кінематикою рухів елементів їх внутрішньої структури. Вони виявлені в північно-західній діагональній СР в середньому азимутальному напрямку 327° , вздовж якого в мезозої, згідно результатів реконструкції НДС [27], була орієнтована головна вісь максимальних тангенціальних напруг τ_1 . На відміну від них, структурні парагенези з лівосторонньою кінематикою переміщень геомас мають підпорядковане значення і обмежений територіальний розвиток, розташовуючись у парній діагональній північно-східній СР в середньому азимутальному напрямку 57° , вздовж якого з раннього мезозою була орієнтована взаємно-ортогональна до τ_1 парна вісь τ_2 .

В межах Лохвицького сегмента, за структурно-кінематичних ознак, в архітектурі фундаменту палеорифту виділено три лінеаментні зони структурно-зсувного контролю. Із північного заходу на південний схід, це – Глобино-Конотопська і Кобеляцько-Лебединська лінійні зони горизонтально-зсувного контролю, а також системна Михайлівсько-Охтирська зона, яка вперше виділяється як вісь тектонічного розтікання геомас-вісь кінематичної симетрії геоструктури палеорифту. Ця зона є регіональним лінеаментом, який розділяє Лохвицький і Ізюмський сегменти палеорифту. У поверхні фундаменту вона займає тектонічну позицію Ворсклянського структурного щабля, що служить східною границею Псельсько-



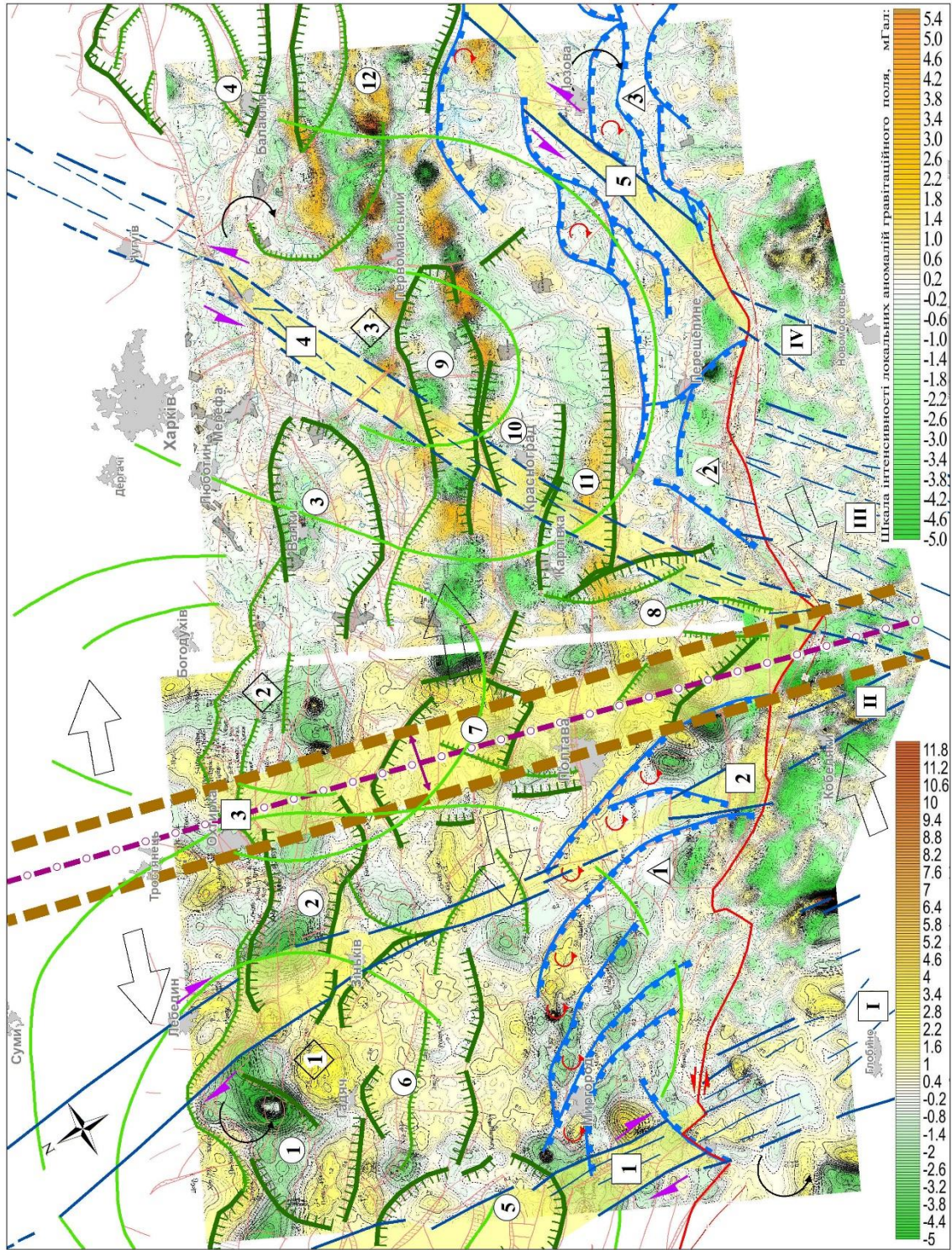


Рис. 4. Відображення в локальних аномаліях гравітаційного поля Δg лінійних зон і структурних парагенезів тектонічної течії докембрійського фундаменту

Цифри: I - IV - зони глибинних розломів: I - Криворізько-Кременчуцька; II - Дніпродержліська; III - Одеська; IV - Оріхово-Півлоградська. \blacklozenge - кільцеві дуготипні аномалії: \blacklozenge - Гадяцька; \blacklozenge - Богодухівська; \blacklozenge - Валківська (згідно матеріалів космічної зйомки [М. Крилов, 1988]); Структурні улоговини: 1) I - IV - північної приобтової зони: 1 - Синівська; 2 - Зінківська; 3 - Валківська; 4 - Балаклійсько-Савинська; 5 - осьові: 5 - Лохвицька; 6 - Лютенська; 7 - Солохівська; 8 - Східно-Полтавська; 9 - Карлівська; 10 - Красноградська; 11 - Старовірівська; 12 - Комишуваська. \blacktriangle - структурні дуги стисання: \blacktriangle - Миргородська-Абазівська; \blacktriangle - Перещепинська; \blacktriangle - Лозівська. У мовні позначення див. рисунок 5

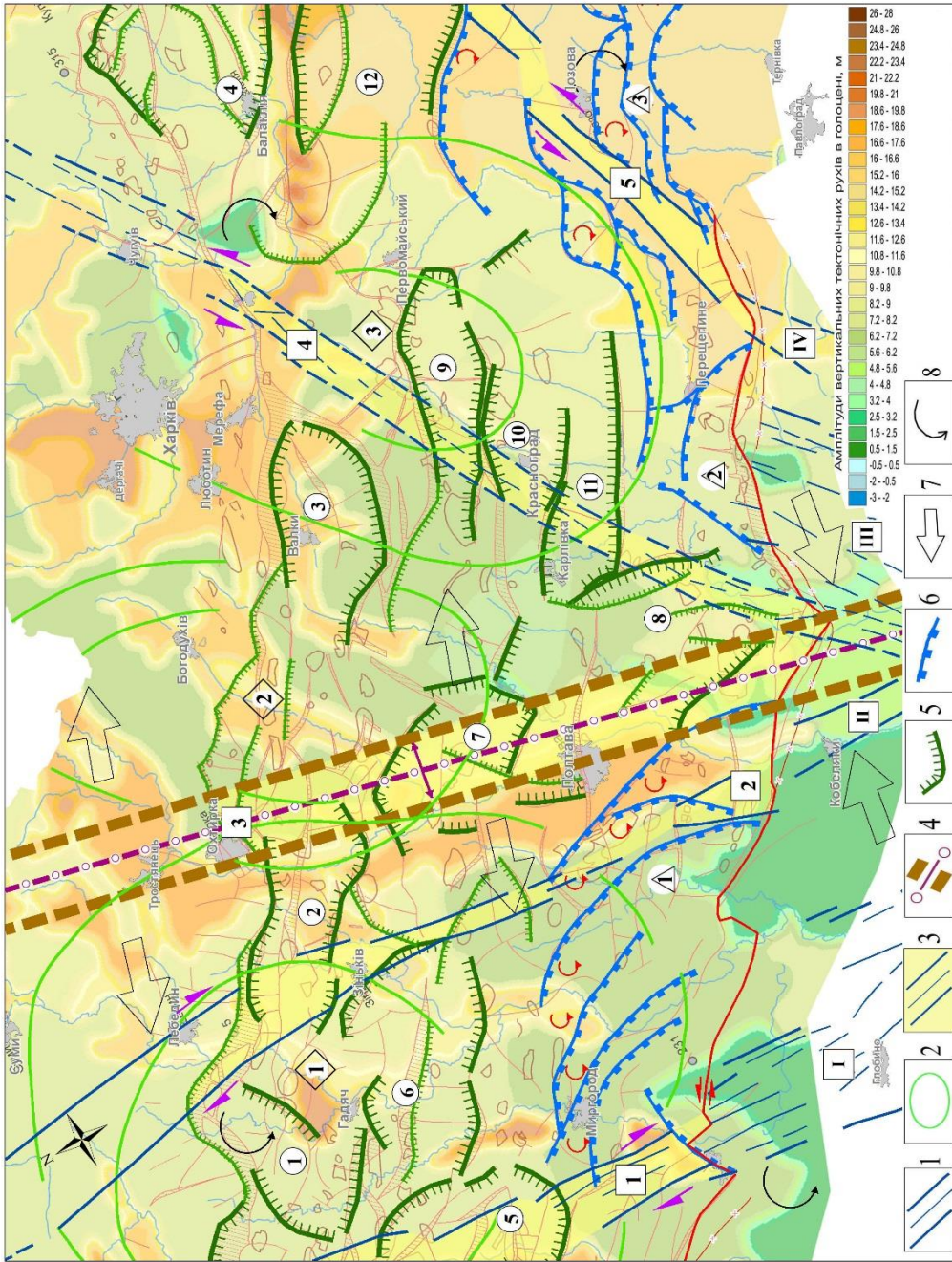


Рис. 5. Відображення лінійних зон і структурних парагенез тектонічної течії в полі вертикальних неотектонічних (голоценових) рухів докембрійського фундаменту

Цифри: I - IV - зони глибинних розломів: I - Криворізько-Кременчуцька; II - Дніпродзержинська; III - Одеська; IV - Оріхово-Півноградська; V - кільцеві дуготипні аномалії: V - Гадяцька; VI - Богодухівська; VII - Валківська; VIII - Валківська (згідно матеріалів космічної зйомки [М. Крилов, 1988]). Структурні улоговини: 1) I - IV - північної прибортової зони: I - Синівська; 2) - Зінківська; 3) - Валківська; 4) - Балаклійсько-Савинська; 5) - основи: V - Лохвицька; 6) - Лютенська; 7) - Слобожанська; 8) - Східно-Полтавська; 9) - Карлівська; 10) - Красноградська; 11) - Старовірівська; 12) - Комишуваська. Δ - A - структурні дуги стискання: Δ - A - Миргородська-Абазівська; Δ - A - Перецелинська; Δ - A - Лозівська. Умовні позначення: 1 - повні зони глибинних розломів, 2 - кільцеві дуготипні номалії, згідно матеріалів космічної зйомки [М.Г. Распопов, 1988]; 3 - лінійні зони зсувного контролю; 4 - всія кінематичної дуги розтягу; 5 - структурні дуги стискання; 6 - напрямки витискання і обергання геоблоків геомас; 8 - напрямки витискання і обергання геоблоків

Ворсклянської сідловини. У палеозойському структурному плані цей лінеамент оформлюється як вузька, поперечна до простягання вісі палеорифту, Михайлівсько-Ворсклянська структурна улоговина. Детальне обґрунтування її структурно-кінематичної ролі в осадовому чохлі буде надане у наступній статті.

В локальних аномаліях магнітного і гравітаційного полів Михайлівсько-Охтирська лінійна зона зсувного контролю проявлена як межа, що розділяє дві території із різним структурним рисунком (рис. 3, 4). На заході – це територія Псельсько-Ворсклянської сідловини, яка характеризується спокійним гравітаційним полем з переважанням локальних позитивних аномалій середніх значень, азимутальна орієнтація яких, здебільшого відображає право-зсувні переміщення геомас. На сході – це район територіального поширення найкрупніших осьових улоговин фундаменту – Полтавської і Красноградської. В їх межах розташовані два взаємно-паралельних відгалуження осьових соляно-купольних валів, які чітко відбиваються у полі сили тяжіння двома градієнтними ланцюжками концентрації аномалій із закономірним чергуванням позитивних і від'ємних локальних гравітаційних аномалій. Встановлено, що зміщення у плані цих двох первісно єдиних лінеаментів із фрагментацією їх на окремі відгалуження відбувається за системами локальних зсувів-трансформів, які досить впевнено ідентифікуються також у магнітному і гравітаційному полях. Дуже чітко цей лінеамент проявляється також у полі вертикальних неотектонічних рухів у вигляді яскравої позитивної лінійної аномалії вертикальних амплітуд рухів меридіонального простягання (рис. 5).

Глобино-Конотопська лінійна зона зсувного контролю у поверхні фундаменту вісьової зони Дніпровського грабена розділяє Сребненську і Лютенську структурні улоговини, а на південному сході відділяє Лютенську і Сагайдацько-Ландарийську улоговини від району південних прибортових Ключниківсько-Миргородських структурних уступів-шаблів. В осадовому чохлі вона досить впевнено простежується як лінійна зона глибинних розломів діагонального до вісі Дніпровського грабена простягання, що обмежує з півночі прибортовий моноклінальний схил від його вісьової зони. В магнітному і гравітаційному полях Глобино-Конотопський лінеамент проявляється як градієнтна зона, що обмежує південну прибортову ділянку мозаїчного розташування локальних позитивних аномалій великої амплітуди від вісьової ділянки грабена із впорядкованим розподілом позитивних аномалій середніх значень амплітуд (рис.3, 4). В неотектонічному полі вертикальних рухів, за розподілом позитивних

аномалій, ця структурна зона має аналогічну «пограничну» характеристику (рис. 5).

Кобеляцько-Лебединська лінійна зона зсувного контролю у поверхні фундаменту відділяє Лютенську улоговину від району північних прибортових Новотроїцько-Грунських структурних уступів. В осадовому чохлі вона доволі впевнено простежується як лінійна зона глибинних розломів діагонального простягання до вісі Дніпровського грабена, яка обмежує з півночі осьові западини від прибортового моноклінального схилу. В магнітному і гравітаційному полях цей лінеамент відділяє південну ділянку з впорядкованим розподілом позитивних локальних аномалій середніх значень амплітуд від ділянки мозаїчного розташування локальних позитивних аномалій великих значень амплітуд у північній прибортовій зоні грабена (рис. 3, 4). В полі вертикальних неотектонічних рухів ця структурна зона має майже аналогічну характеристику за відповідним розподілом позитивних аномалій (рис. 5).

На рисунках 3, 4, 5 (права половина рисунків) показано морфологію, тектонічну позицію і кінематику виділених в межах Ізюмського сегмента зон вторинних дислокацій тектонічної течії. На відміну від Лохвицького сегменту, тут спостерігається протилежна кінематична картина: у взаємно-ортогональних діагональних СР переважають ліво-зсувні структурні парагенези тектонічної течії при підпорядкованому розвитку парагенезів правої кінематики рухів. Найбільшого територіального розвитку тут набувають дисипативні між сегментні форми горизонтально-площинних дислокацій у вигляді кільцевих, лінзовидних і овальних структурних улоговин у межах вісьової і північної прибортової зон Дніпровського грабена, за підпорядкованого територіального поширення зон концентрованих деформацій у складі лінійних зон контролю і дуплексів стискування. Останні локалізовані лише у південній прибортовій і привісьовій частинах Дніпровського грабена і мають дещо менше територіальне поширення.

За визначальних структурно-кінематичних ознак у поверхні фундаменту Ізюмського сегмента виділено три лінійних зони горизонтально-зсувного контролю, із північного заходу на південний схід, це Карлівсько-Чугуївська, Лозівсько-Старобільська і Добропільсько-Сватівська зони (рис. 2, 3-5).

Карлівсько-Чугуївську лінійну зону контролю виділено у вісьовій і північній прибортовій зоні Дніпровського грабена як чітку структурну границю, що відділяє Полтавську і Валківську структурні улоговини на заході від Красноградської улоговини на сході. В осадовому чохлі цей лінеамент структурно представлений діагональною системою лівосторонніх зсувів-трансформів,

вздовж яких відбувається суттєве, на 15-20°, зміщення на північний захід азимутального простягання осей південної і північної гілок соляних структурних валів вісьової зони палеорифту. Вздовж нього спостерігається також різка зміна субширотного напрямку простягання Єлизаветівсько-Тарасівського і Ново-Санжарського соляних штоків на південно східний, вздовж трас ліво-сторонніх зсувів-трансформів.

Лозівсько-Старобільська зона зсувного контролю за кінематикою є ліво-зсувним лінеаментом. У поверхні фундаменту ця лінійна зона обмежує зі сходу Красноградську структурну улоговину від західних схилів ДСС. В осадовому у чохла вона відображається діагональною субпаралельною системою локальних зсувів-трансформів, за якою відбувається значне (на 10-15°) зміщення азимуту простягання вісі палеорифту на південний захід. Горизонтальні переміщення геомас амплітудами до 5-7 км вздовж цієї зони зафіксовані за зміщенням осей простягання Кальміус-Торецької і Комишувасько-Лиманської структурних улоговин, а також Співаківсько-Червоно-Оскільського структурного валу.

В аномальному магнітному полі обидві характеризовані вище зони горизонтально-зсувного контролю відбиваються високо-градієнтними смугами позитивних локальних аномалій діагонального північно-східного простягання (рис. 3). В аномальному полі сили тяжіння вони відображаються також за чіткого зміщення локальних аномалій, приурочених до осей простягання тектонічних структурних елементів зонального масштабу. Вони проявлені як характерні градієнтні ланцюжки із закономірним чергуванням позитивних і від'ємних локальних гравітаційних аномалій (рис.4). В полі вертикальних неотектонічних рухів ці лінеamenti не мають чіткого відбиття, але відзначаються доволі широкими смугами, що розмежовують території з поступовим нарощуванням із заходу на схід, в напрямку ДСС, амплітуд новітніх вертикальних рухів (рис. 5).

Висновки. Регіональними геотектонічними дослідженнями встановлено, що динамічна геотектоніка інверсійних етапів структурної еволюції континентальної земної кори у ДДП, за інтенсивністю структурного прояву, зумовила формування у докембрійському фундаменті наступних трьох типів територіально і динамічно сполучених деформаційних зон об'ємної тектонічної течії кристалічних порід.

1. Лінеamentних зон концентрованих деформацій, які утворюють в поверхні фундаменту постріфтову структурну решітку зон горизонтально-зсувного контролю. Її складають системи активі-

зованих на інверсійних етапах еволюції земної кори древніх діагональних і меридіональних глибинних мантієвих розломів, вздовж яких відбувались горизонтальні переміщення геомасивів із амплітудами у перші десятки км, переважно із ротаційною складовою рухів, що обумовили складні трансформації первинно лінійної грабен-рифтової геоструктури.

2. Дугоподібних зон концентрованих плікативних дислокацій, що складені структурними парагенезами дуг стискання-ансамблями дуплексів стискання (у тектонофізичному сенсі). Вони приурочені до міжлінеamentних ділянок найвищої інтенсивності прояву стрес-метаморфічних деформацій гірських порід, які у рельєфі фундаменту представлені дугоподібними структурними виступами борту і широкими, кулісно побудованими смугами високоамплітудних уступів-щаблів у прибортових частинах Дніпровського грабену.

3. Кільцевих і овальних зон концентрованих плікативних деформацій, що складені структурними парагенезами дуг розтягання-ансамблями дуплексів розсуву (у тектонофізичному сенсі). Вони охоплюють міжлінеamentні ділянки дисипативних горизонтальних переміщень геомас із середньою інтенсивністю структурних дислокацій, де на занурених схилах і днищах крупних осьових структурних депресій локалізуються від'ємні структурні форми рельєфу фундаменту у вигляді локальних кільцевих, лінзовидних і овальних структурних улоговин.

4. Головним системним тектонічним елементом сучасної геоструктури ДДП визначено Михайлівсько-Охтирську лінійну зону структурно-кінематичного контролю. Вперше її виділено як регіональну вісь кінематичної симетрії (в тектонофізичному сенсі) та вісь тектонічного розтікання геомас (в концепції динамічної геотектоніки), яка розділяє північно-західний і південно-східний мегаблоки палеорифту із різними кінематичними типами СТТ і структурних парагенезів реїдної деформації. Основними системними тектонічними елементами геоструктури ДДП визначено шість лінійних зон горизонтально-зсувного контролю, які складають структурний каркас постріфтової архітектури.

Встановлення нових, раніше не відомих особливостей постріфтових ускладнень будови фундаменту палеорифту дозволяє нам запропонувати більш коректну схему його тектонічної сегментації і модель новітньої системної організації архітектури фундаменту і осадового чохла, що детально розглядатиметься у наступних частинах трилогії.

Література

- 1 Чекунов А. Глубинное строение, модель развития и нефтегазоносность Днепровско-Донецкого палеорифта [Текст] / А. Чекунов, Л. Калужная, И. Пашкевич и др. – С. 37-47.
- 2 Старостенко В. Геодинамическое развитие литосферы Украины и его роль в формировании и размещении месторождений полезных ископаемых [Текст] / В. Старостенко, О. Гинтов, Р. Кутас. // Геофизический журнал, 2011. – № 3, Т. 33. – С. 3-22.
- 3 Старостенко В. Модель глубинного строения Донецкого складчатого сооружения и прилегающих структур по данным региональных геофизических наблюдений [Текст] / В. Старостенко, А. Лукин, В. Коболев и др. // Геофизический журнал, 2009. – № 4, Т. 31. – С. 44-65.
- 4 Леонов Ю. Напряжения в литосфере и внутриплитная тектоника [Текст] / Ю. Леонов. // Геотектоника, 1995. – № 6. – С. 3-21.
- 5 Паталаха Е. Механизм возникновения структур течения в зонах сжатия [Текст] / Е. Паталаха. – Алма-Ата: Наука, 1979. – 216 с.
- 6 Слензак О. Локальные структуры зон напряжения докембрия [Текст] / О. Слензак. – К.: Наук. думка, 1984. – 104 с.
- 7 Гинтов О. Тектонофизические исследования разломов консолидированной коры [Текст] / О. Гинтов, В. Исай. – К.: Наук. думка, 1988. – 228 с.
- 8 Алексеев В. Структурный парагенезис зон стресс-метаморфизма [Текст] / В. Алексеев. // Геотектоника, 1990. – № 5. – С. 21-32.
- 9 Леонов М. Внутренняя подвижность фундамента и тектогенез активизированных платформ [Текст] / М. Леонов. // Геотектоника, 1993. – № 5. – С. 16-32.
- 10 Чебаненко И. Проявления сдвиговой тектоники в структуре литосферы Украины [Текст] / И. Чебаненко, Т. Знаменская, Н. Шаталов. – С. 85-91.
- 11 Колодяжный С. Структурно-кинематические парагенезы в осадках фанерозойского чехла Среднерусской зоны дислокаций [Текст] / С. Колодяжный. // Геотектоника, 2010. – № 2. – С. 1-22.
- 12 Тимурзиев А. Структуры горизонтального сдвига осадочных бассейнов и опыт применения тектонофизических методов для повышения эффективности поисков, разведки и освоения присдвиговой нефти [Текст] / А. Тимурзиев. // Геофизический журнал, 2014. – № 2, Т. 36. – С.172-185.
- 13 Расцветаев Л. Закономерный структурный рисунок земной поверхности и его динамическая интерпретация [Текст] / Л. Расцветаев. // Проблемы глобальной корреляции геологических явлений. – М.: Наука, 1980. – С. 145-197.
- 14 Лукьянов А. Пластические деформации и тектонические течения в литосфере [Текст] / А. Лукьянов // Труды ГИН АН СССР. Вып. 460. – М.: Наука, 1991. – С. 144.
- 15 Копп М. Структурные рисунки, связанные с продольными перемещениями внутри складчатых поясов (на примере Средиземноморско-Гималайского пояса) [Текст] / М. Копп. // Геотектоника, 1991. – № 1. – С. 21-36.
- 16 Леонов М. Постумная ридная тектоника континентального фундамента [Текст] / М. Леонов. // Геотектоника, 1997. – № 3. – С. 3-20.
- 17 Чиков Б. Введение в физические основы статической и динамической геотектоники [Текст] / Б. Чиков. – Новосибирск: Академическое изд-во "Гео", 2011. – 299 с.
- 18 Леонов М. Внутриплитные зоны концентрированной деформации: тектоническая структура и особенности эволюции [Текст] / М. Леонов. // Геотектоника, 2012. – № 6. – С. 3-28.
- 19 Копп М. Дугообразные структуры растяжения в кинематическом анализе региональных и глобальных тектонических обстановок [Текст] / М. Копп. // Геотектоника, 2017. – № 6. – С. 18-36.
- 20 Копп М. Реконструкция кайнозойских напряжений/деформаций востока Русской плиты и пути ее применения для решения региональных и прикладных задач [Текст] / М. Копп, А. Колексниченко, Н. Васильев и др. // Геодинаміка, 2017. – Вып. 2 (23) – С. 46-66.
- 21 Лукин А. Тектоника северного борта Днепровско-Донецкого авлакогена в контексте общих закономерностей континентального рифтогенеза [Текст] / А. Лукин, О. Цьоха, Т. Гейко, В. Омельченко. // Геол. журн. 2012. – № 3. – С. 7-38.
- 22 Гинтов О. Схема периодизации этапов разломообразования в земной коре Украинского щита – новые данные и следствия [Текст] / О. Гинтов. // Геофизический журнал, № 1. – Т. 36, 2014. – С. 3-18.
- 23 Копп М. Кайнозойские поля напряжения/деформаций Донбасса и их вероятные источники [Текст] / М. Копп, В. Корчемагин. // Геодинаміка, 2010. – Вып. 1 (9) – С. 17-48.
- 24 Горяйнов С. Об альпийском усложнении геологической структуры в различных регионах Украины [Текст] / С. Горяйнов. // Доповіді НАНУ, 1999. – № 8. – С. 106-111.
- 25 Горяйнов С. О ларамийском усложнении геологических структур Украины [Текст] / С. Горяйнов. // Доповіді НАНУ, 2004. – № 12. – С. 114-121.
- 26 Бартацук О. Системна організація диз'юнктивної тектоніки консолидованого фундаменту Дніпровсько-Донецького палеорифту. Частина 3. Структурно-кінематичні парагенези тектонічної течії зон горизонтально-здвигових дислокацій [Текст] / О. Бартацук. // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, серія "Геологія. Географія. Екологія". – Вып. 48. – Х.: ХНУ, 2018. – С. 12-27.

UDC 551.243.8:550.8(477)

Oleksii Bartashchuk,

PhD (Geology), Senior Researcher, Head of Department of Natural Gas Resources,
Ukrainian Scientific Research Institute of Natural Gases,
20 Gimnaziyna Naberejna, Kharkiv, 61010, Ukraine,
e-mail: alekseybart@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0001-7831-6134>;

Vasyl Suyarko,

Doctor of Science (Geology and Mineralogy), Professor,
Chair of Mineralogy, Petrography and Minerals, V. N. Karazin Kharkiv National University,
4 Svobody Sq., Kharkiv, 61022, Ukraine,
e-mail: vgsuyarko@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3693-4767>

HORIZONTALLY DISPLACED OF GEOMASSES IN THE CONTINENTAL RIFT STRUCTURES (ON THE EXAMPLE OF THE DNIPRO-DONETSK PALEORIFT).

PART 1. STRUCTURAL MANIFESTATIONS OF TECTONIC FLOWS IN BASEMENT

Introduction. At the inversion stages of continental geosstructures evolution, the rocks of the basement acquire significant internal volumetric tectonic mobility due to structural and material transformations and deformations of the tectonic flow. The mechanism and scope of structural changes depend on the characteristics of their primary tectonic structure and geodynamics, the intensity of stress-metamorphic deformations of rocks, the nature and number of inversions of tectonic stress fields.

Review of previous publications and studies. Secondary dislocations are important for consideration in geotectonic studies of ancient intra-plate rifts, which include the Dnieper-Donets paleorift (DDP). Studying the systemic organization of its disjunctive tectonics, on the basis of a geometric, kinematic and genetic analysis of structural patterns of faults, it was shown that the rift fault-block structure of the Precambrian basement complicates different-age dislocations of the inversion evolutionary stages.

Purpose and objectives of research. The article is the first of a trilogy that continues research into the dynamic geotectonics of paleorift, highlighting the kinematic mechanisms and the geological consequences of the horizontal movements of geomass. It is devoted to the geotectonic study of structural complications of the collisional stages of tectogeneses in the architecture of the Precambrian foundation.

Materials and methods of research. The original comprehensive method of regional geotectonic studies is to integrate structural-paragenetic and structure-ne-kinematic methods of tectonophysical research of fault systems. On the cartographic material, with the use of the determinants of kinematic indicators and the principle model of coupled deformation parageneses of the tectonic flow, they were detected at the base of the surface with identification in the local anomalies of geophysical fields and amplitudes of the newest (Holocene) vertical tectonic movements.

Presentation of the main material. Territorial distribution and tectonic position of the secondary deformation structures of the tectonic flow of the sub-regional and zonal scales, ranging in the size from first to tens of kilometers complicated by its rift fault-block relief, is studied. They were the result of the deformation mechanism of volumetric tectonic flow of magmatic and metamorphic rocks.

Findings. The morphogenetic types, tectonic position and kinematic mechanisms of secondary deformational structures formation of the tectonic flow which complicates its rift's fault-block pattern, have been studied. Their reflections in the local anomalies of the magnetic and gravitational potential geophysical fields and in the vertical amplitudes of the newest (Holocene) tectonic movements have been analyzed. Their structure-forming role at the collision stage of the continental crust of DDP evolution is shown.

Keywords: reid deformation, tectonic flow structures, horizontal displacements of geomassives, kinematics, structural parageneses.

References

1. Chekunov, A., Kalyuzhnaya, L., Pashkevich, I. *Depth structure, model of development and oil and gas potential of the Dnipro-Donets Paleorift.* 37 – 47.
2. Starostenko, V., Gintov, O., Kutas, R. (2011) *Geodynamic development of lithosphere of Ukraine and its role in formation and location of mineral deposits.* *Geophysical Journal*, 3 (33), 3-22.
3. Starostenko, V., Lukin, A., Kobolev, V., Rusakov, O., Orlyk, M., Shuman, V., Omelchenko, V., Pashkevich, I., Tolkunov, A., Bogdanov, Yu., Burkinskiy, I., Loyko, N., Fedotova, I., Zakharov, I., Chernyakov, A., Kuprienko, P., Makarenko, I., Logastaeva, O., Lebed, T., Savchenko, A. (2009). *A model of deep structure of the Donetsk fold system and adjacent structures according to the data of regional geophysical observations.* *Geophysical Journal*, 4 (31), 44-65.

4. Leonov, Yu. (1995). *Stresses in the lithosphere and intraplate tectonics. Geotectonics*, 6, 3-21.
5. Patalaha, E. (1979). *Forming mechanisms of flow structures in stress-zones. Alma-Ata: Nauka*, 216.
6. Slenzak, O. (1984). *Precambrian local structural stress-zones. K., Nauk.dumka*, 104.
7. Gintov, O., Isay, V. (1988). *Tectonophysical studies of faults of consolidated crust. K., Nauk. dumka*, 228.
8. Alekseev, V. (1990). *Structural paragenesis of stress-metamorphism zones. Geotectonics*, 5, 21-32.
9. Leonov, M. (1993). *Internal mobility of basement and tectogenesis of activated platforms. Geotectonics*, 5, 16-32.
10. Chebanenko, I., Znamenskaya, T., Shatalov, N. *Expressions of shift tectonics in structure of lithosphere of Ukraine. 85-91.*
11. Kolodyazhnyi, S. (2010). *Structural-kinematic paragenesis in the sediments of the Phanerozoic cover of the Central Russian dislocation zone. Geotectonics*, 2, 1-22.
12. Timurziev, A. (2014) *Structures of horizontal shift of sedimentary basins and experience of application of tectonophysical methods to increase prospecting and exploration efficiency and mastering near-shift oil. Geophysical Journal*, 2 (36), 172-185.
13. Rastsvetaev, L. (1980). *Natural structural pattern of terrestrial surface & dynamics interpretation. M., Nauka*, 145 – 197.
14. Luk'yanov, A. (1991). *Plastics deformations & tectonics flow in lithosphere. Geol.Inst. of Academy of Sciences of USSR*, 460, M.: Nauka, 144.
15. Kopp, M. (1991). *Structural patterns of within-fold belts horizontal movements. Geotectonics*, 1, 21-36.
16. Leonov, M. (1997). *Postumreide tectonics of the continental basement. Geotectonics*, 3, 3-20.
17. Chikov, B. (2011). *Introduction to the physical fundamentals of static and dynamic geotectonics. Novosibirsk: Akademicheskoe izd-vo "Geo"*, 299.
18. Leonov, M. (2012). *Within-plate zones of concentrated deformation: tectonic structure & evolution. Geotectonics*, 6, 3-28.
19. Kopp, M. (2017). *Arcuate extension structures in kinematic analysis of global & regional tectonic settings. Geotectonics*, 6, 18-36.
20. Kopp, M., Kolesnichenko, A., Mostryukov, A., Vasilev, N. (2017). *Reconstruction of Cenozoic stress and deformations in the eastern East European platform with its regional and practical application. Geodynamics*, 2 (23), 46-66.
21. Lukin, A., Tsoyha, O., Geyko, T., Omelchenko, V. (2012). *Tectonics of the northern edge of the Dnieper-Donets aulacogen in the context of the general laws of continental rifting. Journal of Geology*, 3, 7-38.
22. Gintov, O. (2014). *Scheme of faulting stages periodization in the Earth's crust of the Ukrainian shield – new data and consequences. Geophysical Journal*, 1 (36), 3-18.
23. Kopp, M., Korchemagin, V. (2010). *The Cenozoic stress/deformation fields of the Donetsk coal basin and their probable sources. Geotectonics 1 (9)*, 17-48.
24. Goryaynov S. (1999). *About Alpine complication of geological structure in various regions of Ukraine. Reports of National Academy of Sciences of Ukraine*, 8, 106-111.
25. Goryaynov S. (2004). *About the Laramide complication of geological structures of Ukraine. Reports of National Academy of Sciences of Ukraine*, 12, 114 – 121.
26. Bartaschuk, O. (2018). *System organization of disjunctive tectonics of consolidated basement in Dnipro-Donets paleorift. Part 3. Structural-kinematic parageneses of horizontal-shear dislocations zones. Visnyk of V.N. Karazin Kharkiv University, series "Geology. Geography. Ecology"*, 48, 12-27.