

# ГЕОЛОГІЯ

УДК 551.24.548:242.7:248(477)

**Олексій Вацлавович Барташук,**

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

## СИСТЕМНА ОРГАНІЗАЦІЯ ДИЗ'ЮНКТИВНОЇ ТЕКТОНІКИ КОНСОЛІДОВАНОГО ФУНДАМЕНТУ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОГО ПАЛЕОРИФТУ. ЧАСТИНА 3. СТРУКТУРНО-КІНЕМАТИЧНІ ПАРАГЕНЕЗИ ТЕКТОНІЧНОЇ ТЕЧІЇ ЗОН ГОРИЗОНТАЛЬНО-ЗДВИГОВИХ ДИСЛОКАЦІЙ

*Стаття є заключною частиною трилогії, що висвітлює системну організацію розломної тектоніки кристалічного фундаменту Дніпровсько-Донецького палеорифту (ДДП). При регіональних геотектонічних дослідженнях структурних рисунків розломних систем докембрійського фундаменту вперше виявлено ансамблі структур об'ємної тектонічної течії, які зумовлені здвиговими деформаціями кристалічних гірських порід і горизонтальними переміщеннями геомасивів в межах цієї рифтогенної внутрішньоплитної геоструктури Сарматської плити.*

*Встановлено, що здвигові механізми активізації регіональних систем розломів у колізійних обстановках загальноплитного горизонтального стиснення є визначальним фактором вторинного деформаційного структуроутворення у лінійних зонах горизонтально-здвигових дислокацій. Завдяки застосуванню структурно-кінематичного аналізу структурних рисунків визначено основні кінематичні механізми структурних дислокацій, які характеризуються спільними обертаннями ансамблів активізованих геоблоків, або комбінаціями різноспрямованих рухів без ротаційної складової, відрізняються за напрямками горизонтальних переміщень геомас відносно вісі простягання палеорифту, а також зумовлюють тектонічний "мегабудинаж" за рахунок зворотньо-поступальних переміщень геоблоків вздовж супряжених систем здвигів одноім'яної кінематики. Показано, що діагностика структурних парагенезів тектонічної течії в архітектурі фундаменту ДДП є коректною, тому доцільне широке використання виділених в його межах типових здвигових структурних рисунків та відповідаючих їм кінематичних типів структур тектонічної течії для вивчення кінематики і механізмів вторинного деформаційного структуроформування в інших давніх внутрішньоконтинентальних рифтогенних геоструктурах.*

**Ключові слова:** деформації горизонтального здвигу, структурний рисунок, механізми тектонічної течії, структурно-кінематичний парагенез.

**А.В. Барташук. СИСТЕМНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ДИЗ'ЮНКТИВНОЙ ТЕКТониКИ КОНСОЛИДИРОВАННОГО ФУНДАМЕНТА ДНЕПРОВСКО-ДОНЕЦКОГО ПАЛЕОРИФТА. ЧАСТЬ 3. СТРУКТУРНО-КИНЕМАТИЧЕСКИЕ ПАРАГЕНЕЗИ ТЕКТОНИЧЕСКОГО ТЕЧЕНИЯ ЗОН ГОРИЗОНТАЛЬНО-СДВИГОВЫХ ДИСЛОКАЦИЙ.** *Статья является заключительной частью трилогии, освещающей системную организацию разломной тектоники кристаллического фундамента Днепровско-Донецкого палеорифта (ДДП). При региональных геотектонических исследованиях структурных рисунков разломных систем докембрийского фундамента впервые выявлены ансамбли структур тектонического течения, которые вызваны сдвиговыми деформациями кристаллических горных пород и горизонтальными перемещениями геомассивов, в пределах этой рифтогенной внутриплитной геоструктуры Сарматской плиты.*

*Выявлено, что сдвиговые механизмы активизации региональных систем разломов в коллизионных обстановках общеплитного сжатия земной коры являются определяющим фактором вторичного деформационного структурообразования в линейных зонах горизонтально-сдвиговых дислокаций. Благодаря применению структурно-кинематического анализа структурных рисунков установлены основные кинематические механизмы вторичных структурных дислокаций, которые характеризуются согласованным вращением ансамблей активизированных геоблоков или комбинациями разнонаправленных движений без ротационной составляющей, отличаются по направлению перемещений геомасс относительно оси простирания палеорифта, а также вызывают тектонический "мегабудинаж" за счет возвратно-поступательных перемещений геоблоков вдоль сопряженных систем сдвигов одноименной кинематики. Показано, что диагностика структурных парагенезов тектонического течения в архитектуре фундамента палеорифта является корректной, поэтому целесообразно широкое использование выделенных в его пределах типовых сдвиговых структурных рисунков и соответствующих им кинематических типов структур тектонического течения для изучения кинематики и механизмов вторичного деформационного структурообразования в других древних внутриконтинентальных рифтогенных геоструктурах.*

**Ключевые слова:** деформации горизонтального сдвига, структурный рисунок, механизмы тектонического течения, структурно-кинематический парагенез.

**Вступ.** Встановлено, що внутрішня кінематика літосфери проявляється у вертикальних і горизонтальних переміщеннях геомас. Відбитками перших є діапіри та магматичні осередки різного речовинного складу і глибини проникнення. Структурними проявами горизонтальних переміщень гірських порід є деформаційні структури

тектонічної течії (СТТ). Тому, при вивченні тектонічної будови геоструктур слід враховувати ймовірність комбінованого ефекту двох головних структуроутворюючих факторів – магматичного та тектонічного, який реалізується за механізми об'ємної течії гірських порід.

Пізнання механізмів об'ємної тектонічної течії гірських порід важливо як для геотектоніки, так і для нафтогазової геології, тому що при горизонтальних переміщеннях і обертаннях геоблоків в результаті здвигових дислокацій утворюються зони як підвищених, так і зменшених тектонічних напружень – зони розтягу або "тіньові геодинамічні зони", в яких активно протікають флюїодинамічні процеси, що викликають формування вторинних деформаційних структур, які можуть вміщувати пастки для вуглеводнів, і сприяють процесам міграції та акумуляції в них вуглеводнів.

У статті наведено результати регіональних геотектонічних досліджень, що дозволяють поширити принципів уявлення про роль процесів об'ємної тектонічної течії активізованих порід фундаменту на колізійних етапах геодинамічної еволюції континентальної земної кори на області внутрішньоплитного тектогенезу, до яких належить ДДП. Для вивчення СТТ використовувались структурно-парагенетичний і кінематичний методи аналізу структурних рисунків, які дозволили діагностувати такі механізми деформації первісного структурного плану, як поздовжнє і поперечне переміщення геоблоків з ротаційною складовою рухів відносно простягання геоструктури палеорифту, різноспрямовані кінематичні форми вигинання первісних структурних форм в горизонтальній площині у вигляді деформаційних структур витискання і нагнітання, а також спільні горизонтальні переміщення ансамблів геоблоків за супряженими системами здвигів.

#### Огляд попередніх публікацій і досліджень.

Концепція реологічного розшарування і тектонічної рухомості гірських порід різних поверхів земної кори найбільш повно висвітлена А. Пейве, В. Буртманом, Л. Расцветаєвим, А. Лук'яновим [1, 2, 3, 4], Е. Паталахою [5, 6], О. Слензаком [7], А. Радзивиллом, І.Майдановичем [8, 9], Б. Чиковим [10], М. Леоновим [11], В. Корчемагіним [12, 13], О. Гінтовим [14], які вивчали ускладнюючий вплив деформації тектонічної течії на структурний стиль літосфери.

Наявність горизонтальних переміщень геомас, що викликані перетіканням дислокованих гірських порід від стрес-метаморфічних зон до ділянок менших тектонічних напруг стискання, або так званих "геодинамічних сховищ", спочатку була доведена при дослідженнях кінематики структур складчастих поясів, а згодом кратонів, М. Коппом [15, 16], Н. Короновським та ін. [17], Е. Anderson [18], R. Freund [19], P. Tapponnier, P. Molnar [20], L. Carter et al. [21], A. Sylvester [22].

Відомо, що концепція здвигової тектоніки (strike-slip tectonics) щодо локальних деформаційних структур, які утворюються за механізмом

горизонтального здвиження [15-22], базується на моделі простого здвигу Риделя. Згідно моделі, у зонах здвигу формуються кулісні синтетичні (R) та антітетичні (R') сколи, які складають, відповідно, гострий (~20°) і близький до прямого кути до головної вісі здвиження, а також куліси тріщин відриву (T), P, L-сколи і кулісні ряди прирозломних складок (F) з орієнтацією шарнірів паралельною до вісі максимальних напруг стискання ( $\sigma_1$ ). Застосування моделі простого здвигу дозволяє вивчати складні природні сполучення геодинамічних режимів і відповідаючих їм структурно-кінематичних парагенезів (рис. 1.Б, 3).

Всього виділяється п'ять природних елементарних обстановок (рис. 1.А): 1 – горизонтальне стискання; 2 – горизонтальне розтягання; 3 – горизонтальний здвиг вздовж горизонтальної площини; 4 – горизонтальний здвиг вздовж вертикальної площини; 5 – вертикальний здвиг вздовж вертикальної площини. В умовах внутрішньоплитних геоструктур спостерігаються певні сполучення елементарних обстановок, тому і структурні парагенези не завжди формуються в єдиній елементарній обстановці, а при їх інтерференції, зазвичай у двох обстановках. По-перше, це обстановка трансенсії, яка утворюється при горизонтальному здвиганні вздовж вертикальної площини в умовах горизонтального розтягу, по-друге, це режим транспресії, що є результатом інтерференції горизонтального здвиження вздовж вертикальної площини при горизонтальному стисканні по нормалі до неї [17].

Структурні парагенези, що утворюються при сполученнях двох геодинамічних обстановок представлені "квітковими структурами" [22], або структурами типу "duplex" (Twiss & Moores, 1992). Для режиму трансенсії – це структури типу "пальмове дерево" або "extensional duplex", які утворюють западини типу "pull apart basin" різної морфології у парагенезі зі скидами (рис.2.А.а), а для обстановки транспресії характерні структури "тюльпан" або "contractional duplex", які представлені підняттями рельєфу у супроводі підкидів та насувів (рис. 2.А.б).

На можливість внутрішніх переміщень геоблоків вздовж простягання ДДП вказував О. Слензак (1984). Тектонічні рухи він пов'язував із перетіканням дислокованої речовини активізованих геомасивів за механізмом пластичної деформації у зонах "тертя-качіння" кристалічного фундаменту з утворенням вторинних деформаційних структур. Аналізуючи структурний рисунок аномалій магнітного поля він виділив дві таких зони. Першу складають Червонопартизансько-Ічнянська, Гнединцівсько-Розбишівська, Сагайдацько-Диканська дугові структури в північно-західному сегменті, а на південному сході Хрестищенська і

Шебелинська дуги складають другу зону. Дугові структури розміщуються взаємно паралельно вздовж вісі грабену, причому їх фронтальні частини спрямовані на південний схід (рис. 3.а).

А. Радзивилл та ін. (1979) вивчали прояви епі- та субтектонічних процесів руху солі, глин, магматичних та інших гірських порід, які набувають в умовах нерівномірно-напруженого геодинамічного поля властивостей пластичної течії. На карті тектоно-магматичних структур неотектонічного етапу розвитку, згідно "структурно-геоморфологічної моделі Дніпровсько-Донецької субгеосинкліналі", виділено дев'ять тектоно-магматичних дуг, фронтальні частини яких спрямовані, на відміну від моделі О. Слензака, на північний захід. Дуги розділяють структуру палеоофіту на дев'ять поперечних блоків, які чергуються з ними через 40-50 та 80-85 км. Тектоно-магматичні дуги контролюють девонські і більш молоді вулканічні центри і окремі тіла, які утворюють позитивні елементи рельєфу фундаменту, причому інтенсивне осадконакопичення характерно для їх занурених крил, де розміщуються депресії і кільцеві підняття (рис. 3.б).

Дані моделі підтверджують мої принципів уявлення про регіональний прояв горизонтально-здвигового поля напруг в режимі інтерференції із загальноплитними обставинками колізійного стискання на пострифтових етапах еволюції та відповідають отриманим мною даним по кінематиці горизонтальних переміщень геомас гірських порід у палеорифті, які призвели до формування регіонального плану деформацій тектонічної течії, значно ускладнюючи його первісну рифтогенну, розломно-блокову структуру, що буде проілюстровано нижче. Але, із наведених прикладів також очевидно, що без залучення тектонофізичних даних, достовірне виявлення та картування вторинних деформаційних структур з горизонтальною складовою переміщень не можливе, через що у попередніх дослідженнях на виході було виділено уможлидні утворення, що не мають природних аналогів, на кшталт "структурних дуг зон тертя-качіння" [7], та "тектоно-магматичних дуг" [8], які не є геологічними об'єктами у структурі палеорифту.

Тектонічні механізми утворення геоструктур правильної дугової та овальної морфології, вивчались у полі О. Гінтовим та ін.(2016) на Українському щиті. Показано (рис. 1 в [14]), що дугові структурні форми гірських порід, які прилягають до розломів, є структурами підвороту і складками волочиння, що сформовані в зонах їх динамічного впливу за рахунок горизонтальних пересувань крил. Відсутність плікативних переходів від антикліналей до синкліналей, може свідчити, що

овальні структури є гігантськими "будінами-овоїдами", утвореними при формуванні зон здвигу за механізмом крихко-в'язкої деформації при транспресії. У зонах стрес-метаморфізму, при підвищених Р-Т умовах активізовані геоблоки, що розташовані поміж супряжених субпаралельних систем здвигових зон, пересуваються із одночасним обертанням, тобто "обвальцьовуються", набуваючи овальної форми.

Польовими дослідженнями В. Корчемагіна, В. Ємця (1987) в Донецькій складчастій споруді встановлено переважання структурних форм, простягання яких відповідає азимутальній орієнтації параметрів поля тектонічних напруг пізньогерцинського етапу тектоногенезу, коли вісь головних нормальних напруг стискання  $\sigma_1$  у регіональному плані була орієнтована перпендикулярно до вісей герцинських складок, що простягаються паралельно головній вісі напруг розтягання  $\sigma_3$ . На відміну від герцинських рифтогенних ортогональних напрямків регіонального поля палеонапруг, в полі напруг платформеного мезозойсько-кайнозойського етапу головні вісі тектонічних напруг розташовувались в діагональних системах регіональних розломів: вісь напруг стискання  $\sigma_1$  – у північно-східних румбах, вісь напруг розтягання  $\sigma_3$  – у південно-західному напрямку. Це зумовило формування вздовж обох супряжених діагональних систем "накладеної" складчасті, яка суттєво ускладнила первісну рифтогенну структуру герцинського поверху та викликала складкоутворення у мезозойському комплексі з переважаючим північно-східним напрямком простягання. Виникнення молодого- мезозойського та новітнього- палеоцен-антропогенного полів геодинамічних напруг, які зафіксовано в гірських породах, пов'язано, за даними тектонофізичних досліджень зон розломів Микитівського рудного поля, з правим здвиганням вздовж регіональних поздовжніх систем розломів фундаменту.

Ці дані було враховано в роботі при визначенні головних параметрів регіонального тектонічного поля палеонапруг колізійних етапів тектоногенезу.

**Мета і задачі досліджень.** Метою регіональних геотектонічних досліджень є вивчення структурних особливостей прояву пострифтових фаз тектоногенезу у сучасній архітектурі докембрійського фундаменту ДДП, для чого вирішувались завдання:

- вивчення географічного поширення та тектонічної позиції структурних зон горизонтально-здвигових дислокацій у поверхні фундаменту;
- вивчення кінематики горизонтальних

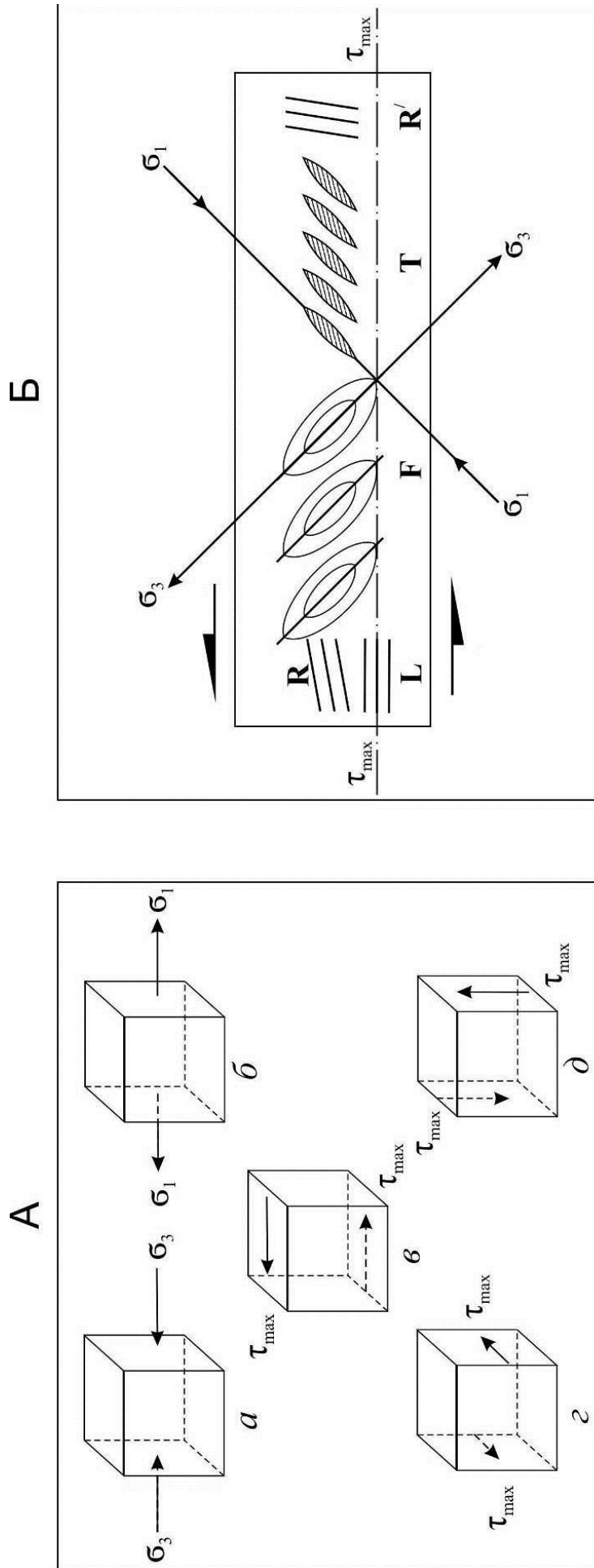


Рис. 1. А. Елементарні геодинамічні обстановки: а – горизонтальне стиснення, б – горизонтальне розтягання, в – горизонтальне розтягання, г – горизонтальне розтягання, д – горизонтальний зсув у горизонтальній площині (насув), е – горизонтальний зсув у вертикальній площині (зсув), ж – вертикальний зсув у вертикальній площині (скид, підкид), [за А. Короновським, 2009].

Б. Деформаційні диз'юнктивні та плікативні структури, які формуються у комбінованих обстановках горизонтального зсуву вздовж вертикальної площини (лівий зсув у плані) при стисненні (транспресія) та розтяганні (транстенсія), [за М. Гончаровим, (2005) з доповненнями О. Баргашука]

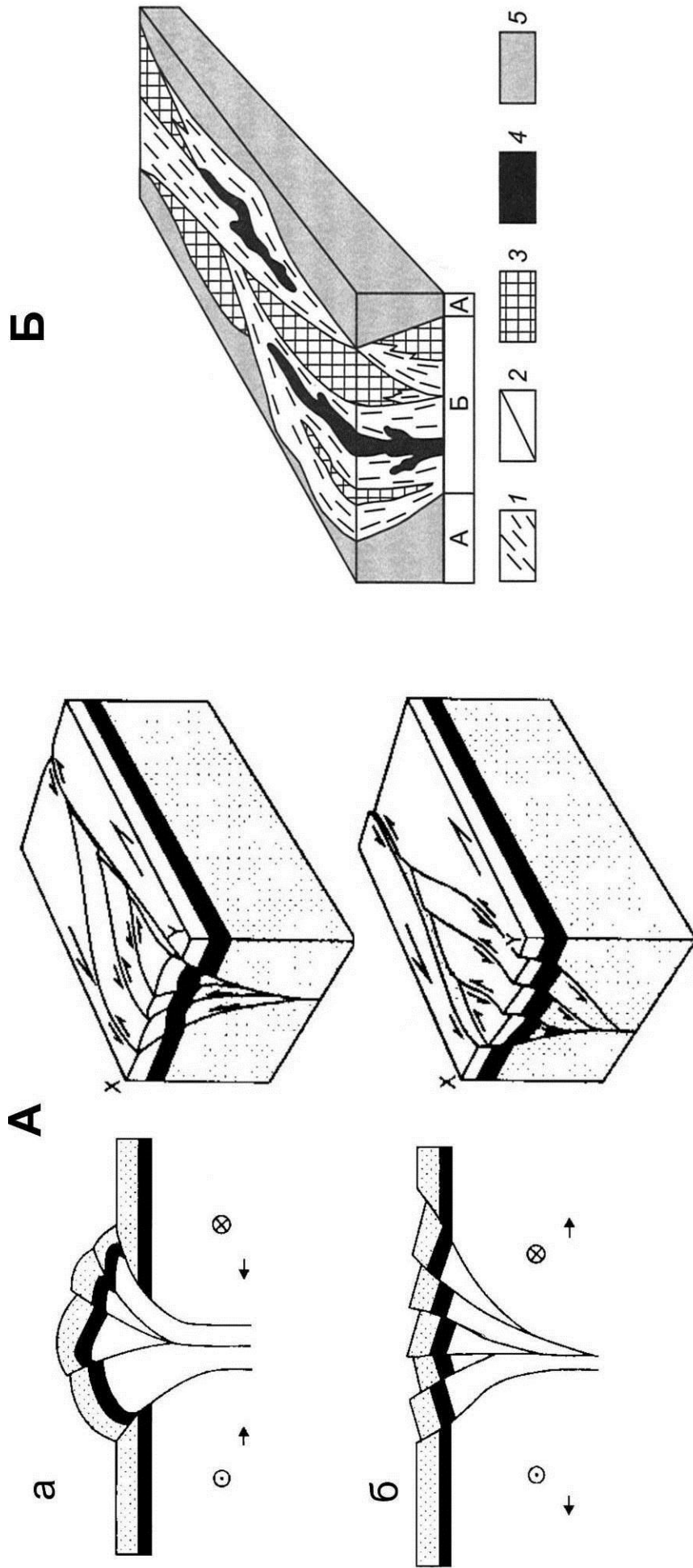


Рис. 2. Моделі структурних парагенезів тектонічної течії: А. моделі "квіткових структур" у деформаційних зонах: а – транспресії (дуплеке стискання – contractional duplex), б – транстенсії (дуплеке розтягу – extensional duplex) [за Twiss & Moores, 1992]. Б. модель деформаційно-метаморфічної зони здвигового типу [за В. Чиковим, 1992]: 1 – комплекс тектонітів, 2 – реліктові блоки субстрату, 3 – дайково-плутонічні стресс-компліменти "тіла-включення", 4 – розломи, 5 – структурно-речовинні комплекси субстрату



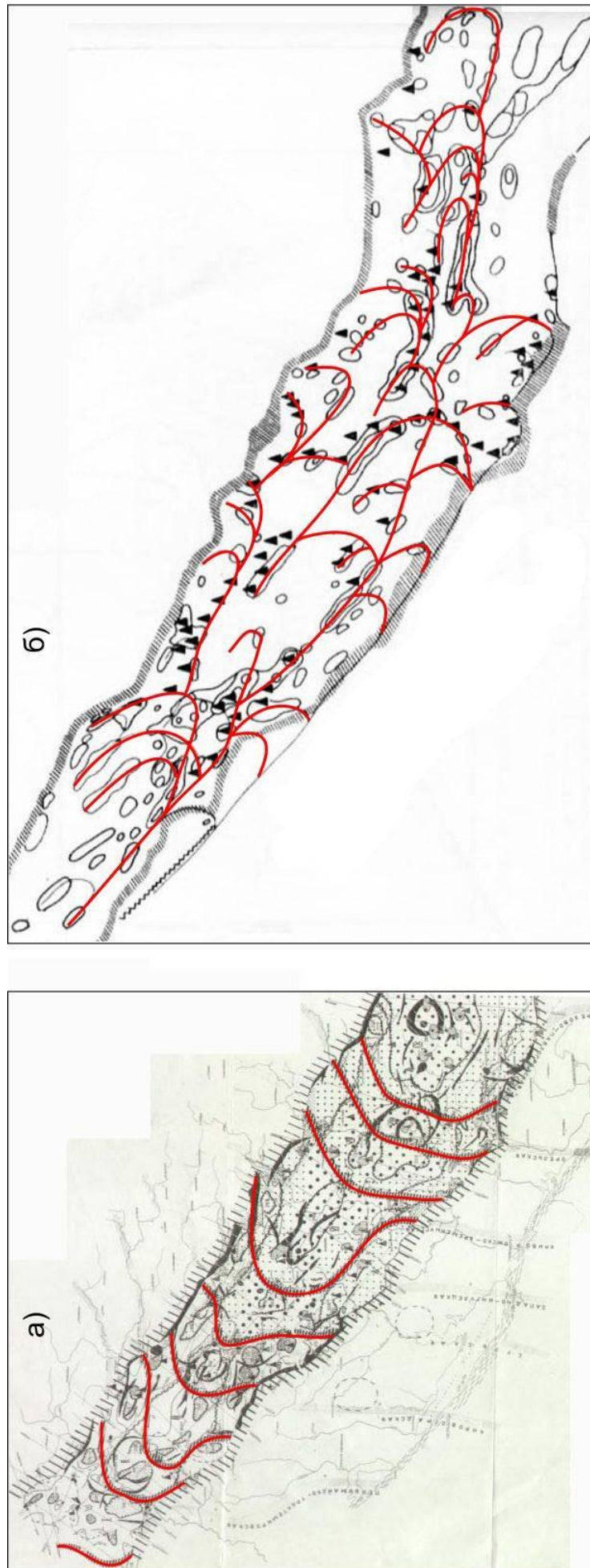


Рис. 3. Структурні схеми горизонтальних тектонічних дислокацій у Дніпровсько-Донецькому палеорифті:  
а - схема новітніх тектоно-магматичних дуг, згідно регіональної структурно-геоморфологічної моделі (А. Радзвилл та ін., 1978 р.); б - схема дугоподібних структурних ліній "зон тертя-качіння", згідно регіональної моделі пластичної деформації активізованих геомасивів (О. Слензак, 1984 р.)

переміщень і механізмів деформацій активізованих геомасивів та відповідаючих їм структурних рисунків;

– діагностика морфогенетичних типів структурно-кінематичних парагенезів тектонічної течії.

**Матеріали та методи досліджень.** Методичний підхід визначався доцільністю комплексування структурно-кінематичного і парагенетичного методів тектонофізичного аналізу при вивченні плікативних структур, утворених за механізмами простого здвигу Риделя. Структурний план фундаменту розглядався з позицій прояву вторинних структурних ускладнень пострифтових етапів еволюції палеорифту, що відбувались в обстановці загальноплитних колізійних напружень тангенціального стискання в умовах їх інтерференції з новітнім регіональним горизонтально-здвиговим геодинамічним полем напруг. Враховуючи це, дослідження були спрямовані на вивчення кінематичних механізмів здвигової тектоніки, що призвели до формування вторинних деформаційних структур тектонічної течії та їх структурно-кінематичних парагенезів, які мають відбиття в архітектурі фундаменту у вигляді характерних здвигових структурних рисунків.

Для морфогенетичної діагностики структурних парагенезів тектонічної течії застосовувався парагенетичний метод аналізу структурних рисунків із використанням принципів кінематичних моделей та структурно-кінематичних індикаторів здвигових структурних парагенезів за даними [14-22] (рис. 1.Б).

Вихідними картографічними матеріалами при регіональних геотектонічних дослідженнях були:

1 – карта поверхні докембрійського фундаменту (М. Манюта, 1987);

2 – схема гідрографічної мережі в масштабі 1:500000. Фактичну криволінійність тектонічних порушень і річкових русел було перетворено в дискретну сукупність лінементів загальною кількістю близько 18 000 елементів, яка склала вихідну аналітичну електронну базу даних.

Для просторової реконструкції полів геодинамічних напруг минулих епох тектогенезу використовувалась концептуальна схема просторово-часової реалізації геодинамічних напруг та еволюції структурних планів у ДДП, яка надана в попередній статті на рис. 3 [23].

**Виклад основного матеріалу.** Предметом даних досліджень є структурний парагенез – "сукупність структурних форм, утворених у спільній геодинамічній обстановці" [17]. Деформаційні структурні парагенези тектонічної течії, які виділяються вперше в окремий тип вторинних тектонічних структур Дніпровсько-Донецького

палеорифту, являють собою чітко виразні у рельєфі фундаменту дугові, еліпсоподібні, овальні диз'юнктивні і плікативні структурні форми із складною будовою, лінійно-площинною неоднорідністю деформацій і фрактальністю-подібністю та вкладеністю будови різнорангових структурних елементів. На "чотирьохелементній" моделі деформаційно-метаморфічних зон лінементного типу [10], яку в даній роботі прийнято за принципovu при регіональних тектонофізичних дослідженнях структурних проявів динамічної тектоніки тектонічної течії у палеорифті, відображено загальні структурно-морфологічні особливості внутрішньої будови зон тектонічної течії (рис. 2.Б).

На першому етапі досліджень вивчались географічне поширення і тектонічна позиція новітніх зон здвигу в регіональних системах тектонічних порушень фундаменту, в зонах динамічного впливу яких формуються дислокаційні структури тектонічної течії. Із використанням встановлених у попередніх дослідженнях [15-22] структурно-кінематичних індикаторів (рис. 1.Б, 2.А), на карті поверхні фундаменту проводився кінематичний аналіз структурних рисунків регіональних систем розломів. Вивчались морфологічні типи та просторові взаємосполучення розривів, по яких відбуваються горизонтально-площинні переміщення активізованих геоблоків. На цих підставах виділялись структурні парагенези деформації тектонічної течії, проводилась їх морфолого-генетична діагностика з виділенням основних кінематичних типів. Картографічна діагностика просторового поширення і тектонічної позиції зон горизонтально-здвигових дислокацій різновікових фаз тектонічної активізації, у фундаменті палеорифту наведена на рис. 4.

За віком прояву структурних ускладнень первісного рифтогенного рельєфу фундаменту територію палеорифту можна розділити на три поздовжні мегазони:

1 – зони пізньоальпійської активізації, або неотектонічні, охоплює Зачепилівсько-Селідовська мегазона деформацій атичної фази тектогенезу;

2 – зони ранньоальпійської активізації, або молоді, вміщує Чернігівсько-Миргородська мегазона деформацій ларамійської фази тектогенезу;

3 – зони пізньогерцинської активізації, або давні, охоплює Менсько-Луганська мегазона деформацій заальської фази тектогенезу;

Усі зони віку закладення ранішнього, ніж пізньоальпійський, були неодноразово активізованими в процесі подальшої еволюції палеорифту. Більшість із них активні в новітній час, що достатньо чітко встановлюється за морфоструктурних ознак та відображенню у спостережених

аномаліях потенційних геофізичних полів і в амплітудах неотектонічних вертикальних рухів, що буде розлого обговорюватись у наступній статті.

У зонах горизонтального здвигу виявлено деформаційні ансамблі переважно криволінійних, дугових, лінзовидних та овальних вторинних структурних форм тектонічної течії кристалічних порід фундаменту. Деякі із них перетинаються більш молодими зонами, внутрішня структура яких представлена типовими ешелонуваними кулісними рядами горизонтально-здвигових структур, утворених за механізмами узгоджених односпрямованих переміщень. Наявність таких характерних структурно-кінематичних парагенезів криволінійної в плані морфології, що накладаються на первинно-лінійну розломно-блокову архітектуру фундаменту етапу рифтингу, встановлена з використанням картографічних матеріалів шляхом створення порівняльних тектонічних схем рифогенних систем розломів та новітніх здвигових систем порушень, що відбиваються в осадовому чохлі, рельєфі денної поверхні, особливо у гідрографічній мережі. Найбільшу концентрацію деформаційних здвигових ансамблів виявлено в прибортових зонах палеорифту, де вони утворюють типові здвигові структурні рисунки, що діагностовано як "квіткові структури", або здвигові дуплекси стискування та розтягання.

На порівняльній схемі (рис. 5) встановлено, що по відношенню до рифтогенної решітки диз'юнктивів, якою зумовлена розломно-блокова будова фундаменту, діагностована у структурі палеорифту система горизонтально-здвигових дислокацій є структурним проявом пострифтових ускладнень його архітектури. Це підтверджується за комплексом геолого-геофізичних ознак: спостерігається криволінійність та крайня невтриманість із згасанням амплітуд майже усіх типів розломів по простяганню і падінню, зміна їх генетичного типу і кінематики з глибиною, наявність інверсійного типу деформаційних структур і реверсного, за А. Тимурзієвим, 2009 [24], типу структуроформуючих розломів, які характеризуються суттєвим переважанням горизонтальних амплітуд переміщень геоблоків в їх крилах над вертикальними.

Наступним кроком досліджень була реконструкція головних параметрів новітнього здвигового поля геодинамічних напруг, яка проводилась з використанням структурно-парагенетичного методу. Для визначення азимутальної орієнтації головних вісей тензору деформацій новітнього етапу тектогенезу застосовано статистичний аналіз кругових роз-діаграм азимутального розподілу регіональних систем диз'юнктивів. Схема та результати діагностики напружено-деформаційного стану земної кори наведені на рис. 5.А.

На підставі отриманих тектонофізичних параметрів встановлено, що з точки зору азимутальної орієнтації зони структурних деформацій тектонічної течії фундаменту закладались за трьома регіональними структурно-динамічними напрямками. В першу чергу, це дві діагональні розломні системи, паралельно до яких у сучасному полі тектонічних напруг розташовані дві взаємно-ортогональні супряжені вісі максимальних тангенціальних напруг ( $\tau_{1,2}$ ). Третім за масштабом прояву напрямком є субширотна гілка ортогональної системи диз'юнктивної сітки, вздовж якої наразі розміщується супряжена із нею вісь головних нормальних напруг розтягу  $\sigma_3$ . В тектонофізичному відношенні, вздовж вісей  $\tau_{1,2}$  формуються діагональні системи трансформних розломів інверсійного етапу тектогенезу. Вони, вочевидь, зумовлюють актуальний структурний план тектонічних деформацій та особливості кінематичної будови здвигових структурних ансамблів, що формуються у регіональному полі напруг вздовж субширотно розташованої структуроформуючої вісі  $\sigma_3$ . (рис. 5.А).

На третьому етапі досліджень вивчались кінематичні механізми деформації тектонічної течії кристалічних порід фундаменту, з врахуванням принципових кінематичних моделей [15-16]. Картографічну діагностику основних кінематичних типів структурних парагенезів здійснено для території південної прибортової зони та привісьової зон палеорифту, де вони найбільш яскраво проявляються, а тому і коректно діагностуються.

Кінематичний аналіз механізмів тектонічної деформації субпаралельних супряжених здвигів та асоційованих з ними ансамблів геоблоків дозволив встановити, що обертання активізованих геоблоків вздовж антитетичних здвигів призводить до видовження первісно-лінійної зони по простяганню. На відміну від антитетичних, синтетичні здвиги деформують лінійну зону дислокацій за рахунок вигинання її обрису в плані. У випадку синхронного розвитку різнойменних за кінематикою здвигів двох супряжених систем поступово відбувається кричко-в'язка деформація здвигової зони з формуванням дугоподібних та лінзовидних в плані вторинних деформаційних структур тектонічної течії, що раніше було встановлено для складчастих геоструктур М. Коппом (1991).

При цьому було з'ясовано, що на ділянках збільшення тектонічних напруг, в геодинамічних умовах транстенсії, відбувається інтенсивне горизонтальне витискання геомас в напрямку "геодинамічних сховищ." Головними елементами структурних рисунків тут є структурні дуги стискування. У тектонофізичному сенсі вони є антитетичними здвигами, які в процесі здвигових дис-



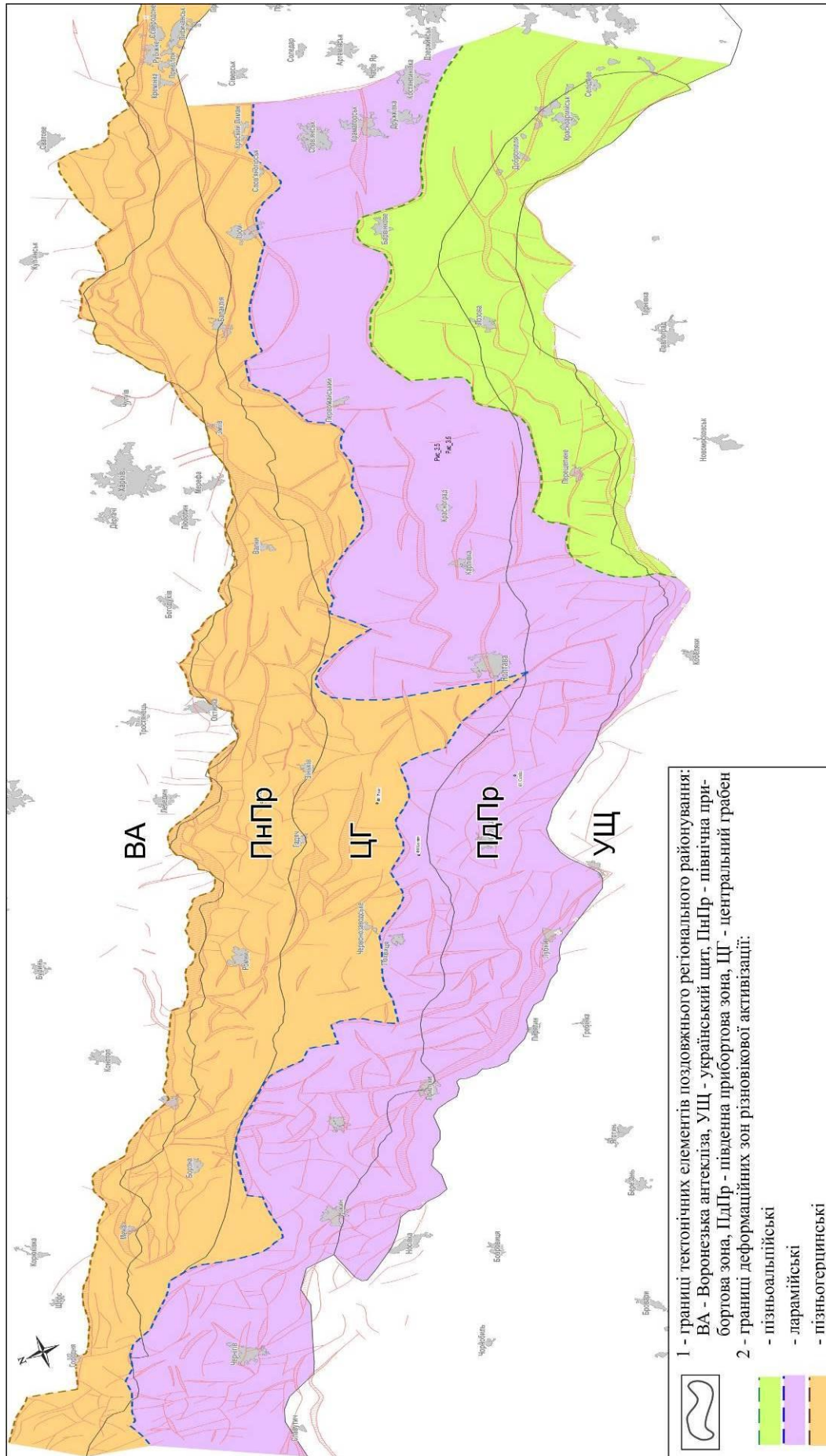


Рис. 4. Схема територіального поширення і тектонічної позиції структурних зон горизонтально-здвигових дислокацій Дніпровсько-Донецького палеорифту

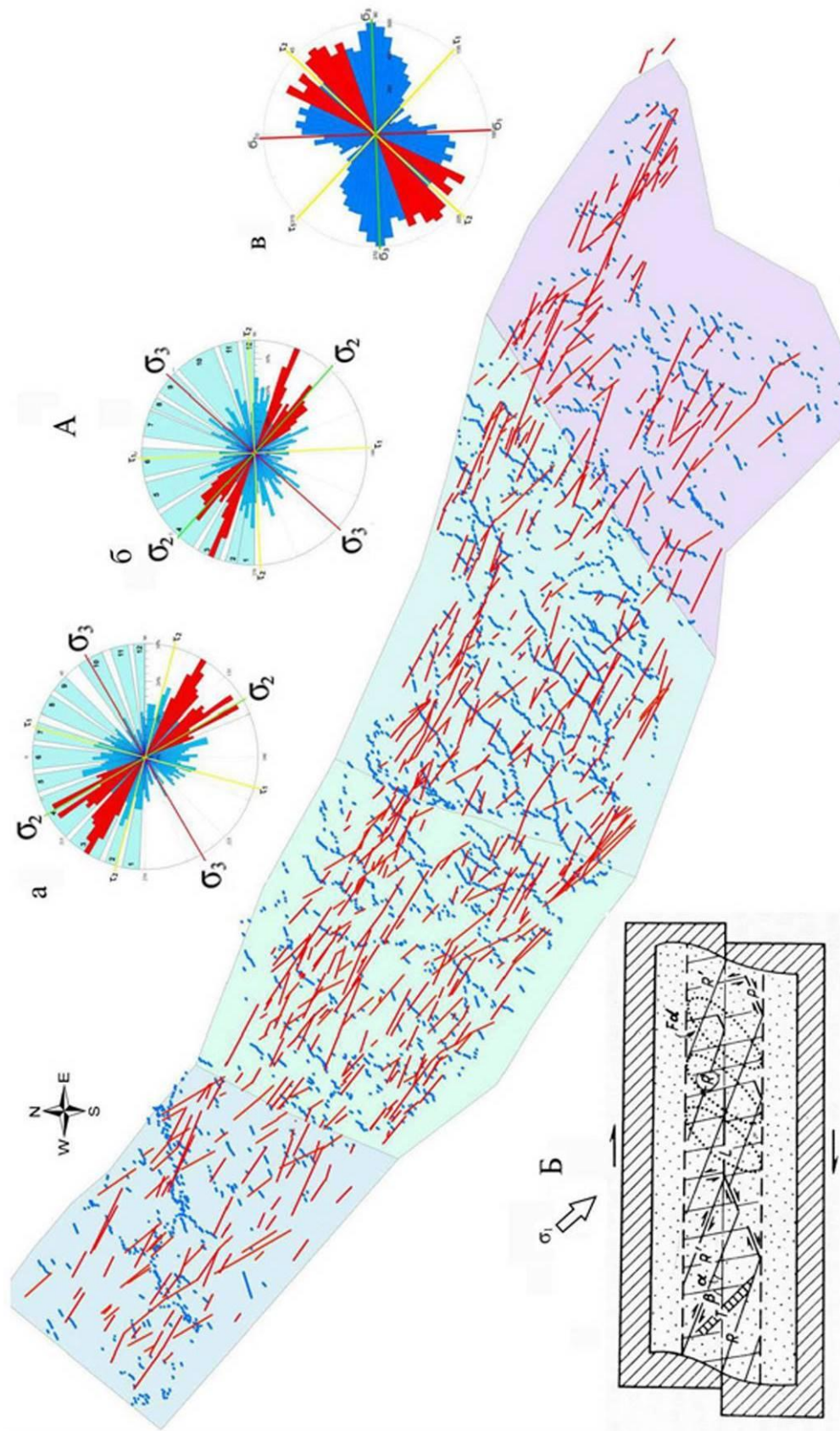


Рис. 5. Порівняльна схема рифтогенних діагональних систем розломів в кристалічному фундаменті і осадовому чохлі та рельєфі денної поверхні на візках: А – рози-діаграми азимутального розташування регіональної сітки тріщинуватості; а – у докембрійському фундакті; б – в осадовому чохлі (С<sub>1</sub>У<sub>2</sub>); в – в рельєфі денної поверхні з діагностикою рифтогенних систем розломів та головних вісей поля геодинамічних напружень; Б – модель вторинних деформаційних структурних парагенезис зон горизонтально-здвигових дислокацій із напрямком найбільшого стисання (σ<sub>1</sub>) та кінематикою рухів (за С. Стояновим, 1977)

локацій зазнають обертання в бік вісі розтягання. На ділянках вивантаження витисненого геоматеріалу, на границях із «геодинамічними сховищами», поздовжнє переміщення геомас компенсується за рахунок утворення дугоподібних деформаційних структур, морфологічно представлених поздовжніми ороклинами вигинання, сформованими за кінематичним механізмом поздовжнього витискання. Фронтальні частини дуг обернені в напрямку ортогональному до вісі палеорифту і складені розломами типу зворотних скидів або підкидів (рис. 6).

У більш складному випадку, якщо геомасів, що деформується, ще й розбивається субпаралельними вторинними здвигами однойменної кінематики на декілька окремих жорстких блоків, останні обертаються в горизонтальній площині подібно до купки кісточок доміно, утворюючи типові «структури-доміно», як було раніше доведено для рухомих поясів М. Коппом (1991). Наприклад, таким чином побудовані фронтальні частини природних ороклинів вигинання у південній прибортовій зоні палеорифту, на ділянці Чернігів – Ічня – Лохвиця – Миргород – Полтава (рис. 6).

На ділянках зменшення тектонічних напруг, в геодинамічній обстановці транспресії, відбувається горизонтальне розтікання геомас з утворенням структурних ансамблів субпаралельних дуг розтягання. Морфологічно такі парагенези є типовими квітковими структурами або дуплексами розтягу (рис. 2.А). Характерним для південної прибортової зони палеорифту прикладом структурного парагенезу розсування, сформованого за комбінованим кінематичним механізмом внаслідок різноспрямованих обертань ансамблю трьох сполучених геоблоків вздовж двох супряжених діагональних систем горизонтальних здвигів різнойменної кінематики є Михайлівська дугоподібна структура розтягу (рис. 7), яка розташована над Верховцевсько-Льговським глибинним розломом.

У вісьовій зоні південно-східної частини палеорифту, в межах Машівської та Орчиківської субрегіональних депресій, виявлено крупні структурні парагенези овальної морфології. Вони сформовані завдяки прояву здвигових деформацій, за кінематичним механізмом тектонічного мегабудинажу, згідно О. Гінтова (2016). При зворотньо-поступальних пересуваннях активізованих мегаблоків вздовж субпаралельних горизонтальних здвигів однойменної кінематики синклінальні структури можуть набувати еліпсоподібних форм, утворюючи овальні структурні западини, які за морфологією значно відрізняються від рифтогенних, первісно прямокутних грабенових структур типу pull-apart basin (рис. 8).

Нарешті, найменш поширеним за площею типом деформаційних структур тектонічної течії, якій виявлено лише у південно-східному сегменті палеорифту, є поперечні тектонічні дуги стискання. На відміну від поздовжніх дуг, вони сформовані за кінематичним механізмом поперечного висування, утворюючи горизонтально-здвигові структури типу підкидових ороклинів, поперечних до простягання палеорифту. Морфологічно вони являють собою чітко перетинаючі більш давні поздовжні СТТ, новітні структурні ансамблі субпаралельних дуг стискання, фронтальні частини яких обернені на північ-північний захід. В системі диз'юнктивів фундаменту вони використовують обидві діагональні системи розломів, утворюючи характерні структурно-кінематичні парагенези поперечного висування. За геологічних ознак встановлено, що поперечні підкидові ороклини є проявом структурних дислокацій новітньої, атичної фази пізньо-альпійського етапу тектогенезу (рис. 8).

Усі вивчені структурно-кінематичні парагенези є яскравим відбитком структурних ускладнень рифтогенної архітектури докембрійського фундаменту ДДП, які відбувались на колізійних етапах тектогенезу в геодинамічних умовах інтерференції регіонального горизонтально-здвигового поля напруг із внутрішньо-плитними обстановками загального стискання. Подальше теоретичне обґрунтування цієї концепції динамічної геотектоніки потребує залучення додаткових геолого-геофізичних матеріалів, тому є темою моїх наступних досліджень.

**Висновки.** Завдяки застосуванню оригінального комплексу тектонофізичних методів досліджень отримані нові теоретичні результати з регіональної геотектоніки:

1 – внутрішня об'ємна тектонічна рухомість докембрійського фундаменту проявляється в утворенні на колізійних етапах тектонічної еволюції лінійних зон горизонтально-здвигових дислокацій, що формуються у регіональних системах розломів, неодноразово активізованих у перемінному регіональному полі напруг в інтерференційних геодинамічних обстановках трансенсії і транспресії;

2 – механізми здвигової тектоніки в умовах стрес-метаморфізму викликають формування вторинних деформаційних структур тектонічної течії, які відбиваються у рельєфі фундаменту у вигляді характерних здвигових структурних рисунків і зумовлюють новітню складчасту будову фундаменту;

3 – по результатах кінематичного аналізу структурних рисунків в поверхні фундаменту було діагностовано чотири основні механізми формування структур тектонічної течії в зонах



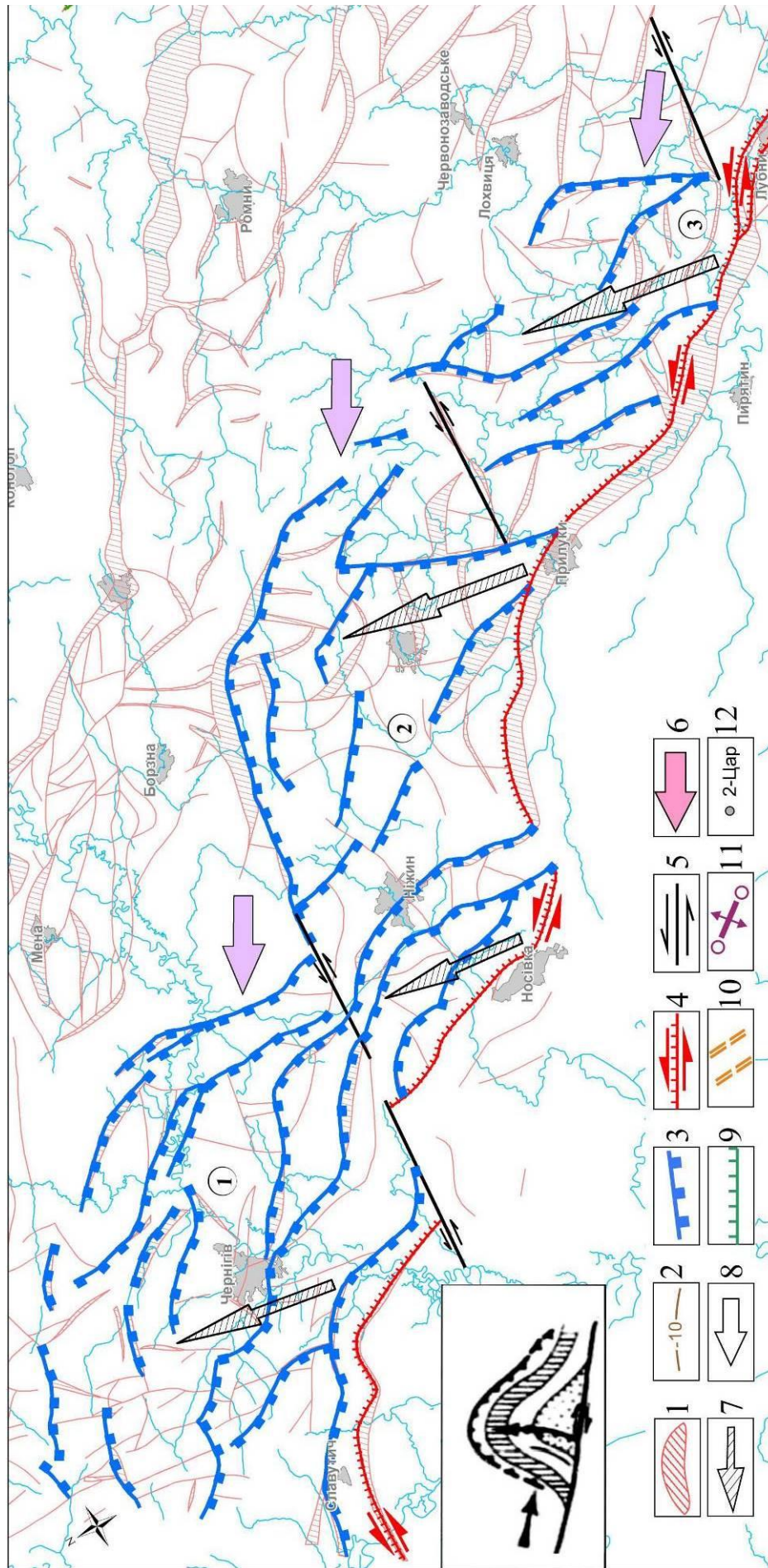
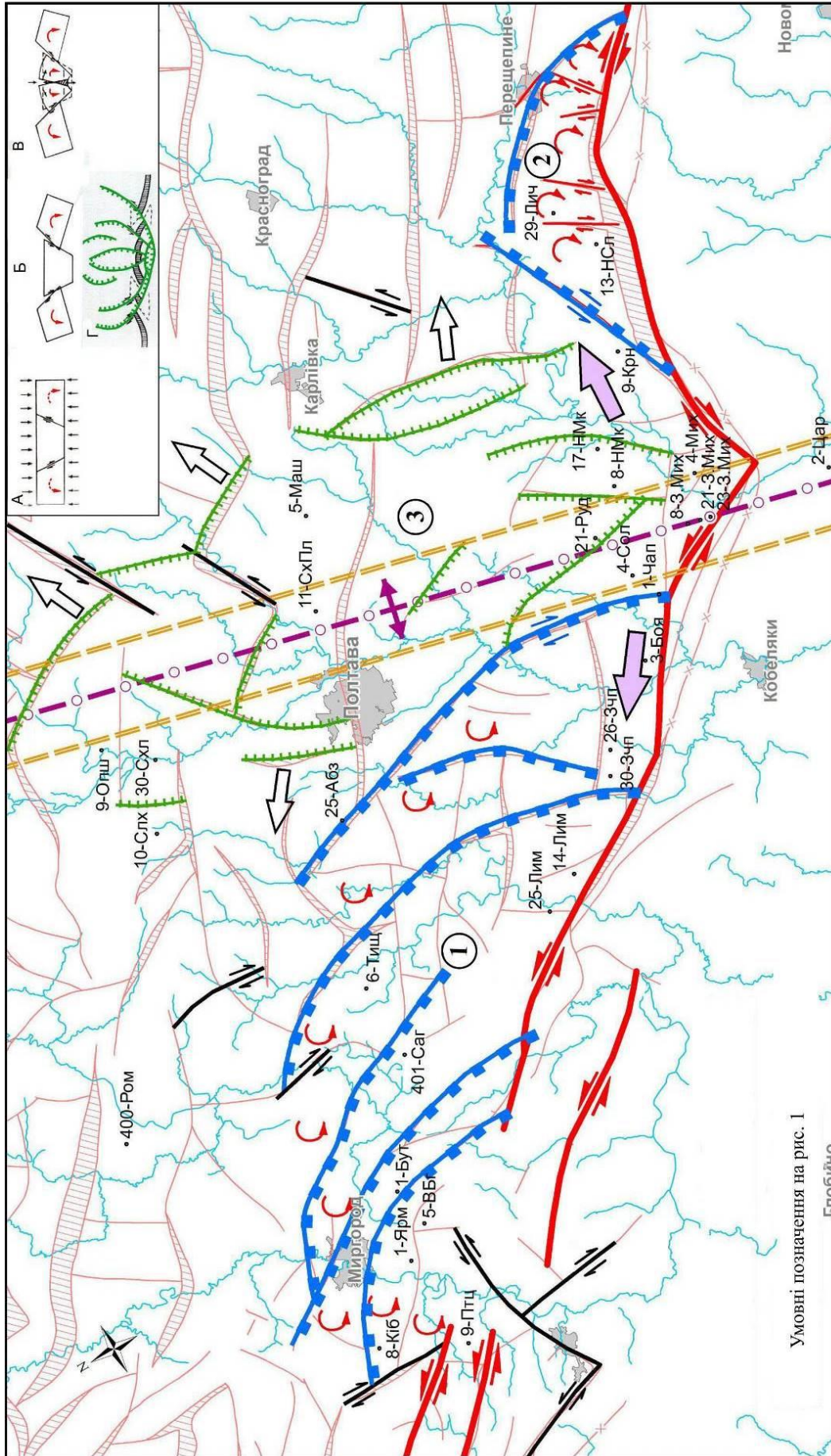


Рис. 6. Кінематика кулісного ансамблю трьох структурних парагенезів тектонічної течії фундаменту, сформованих в обстановці транспресії за рахунок поздовжнього вигину геомас у горизонтальній площині.

На врізці: кінематична модель [М. Копп, 1991]. ① - ③: деформаційні орокліни вигинання: ① – Чернігівський, ② – Ніжинсько-Ічнянський, ③ – Прилуцько-Лубенський; 1 – розломи фундаменту; 2 – ізогіпси поверхні фундаменту [М. Манюта, 1987]; 3 – структурні дуги стискання; 4 – крайовий здвиг-скід; 5 – здвиги-трансформи; 6 – напрямки загального переміщення геомас; 7 – напрямки витискання і здвигової течії; 8 – вектори локального розтягу; 9 – розриви розтягу-відриву; 10 – трансрегіональні зони активізації; 11 – вісь кінематичної симетрії; 12 – свердловини





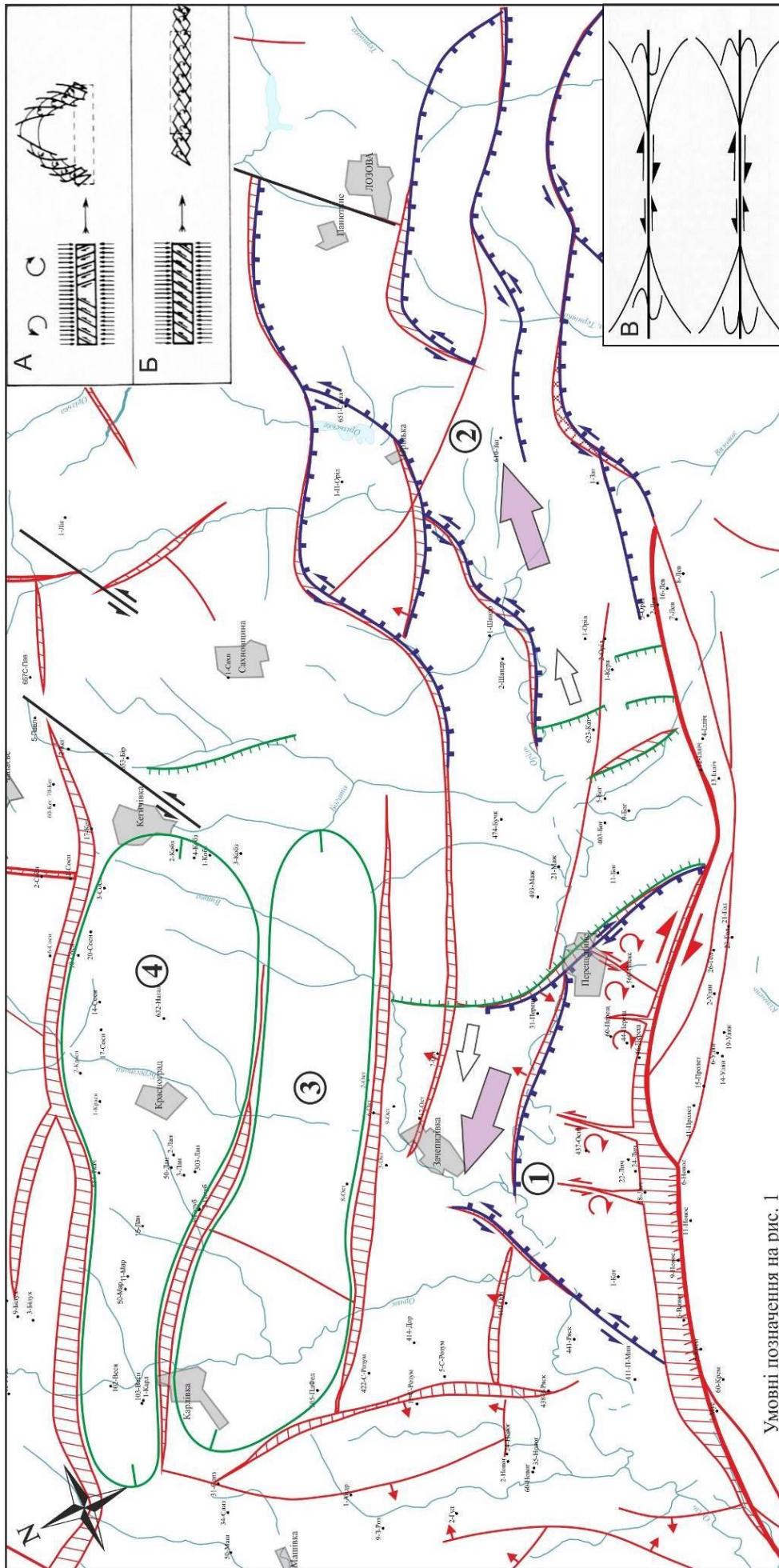
Умовні позначення на рис. 1

Глобійно

Рис. 7. Кінематика ансамблю трьох структурних парагенезів тектонічної течії фундаменту, сформованих в обстановці трансесії різноспрямованими обертаннями геоблоків за двома супр'яженими діагональними системами різноім'яних здвигів у південній прибортовій зоні ДДП.

На врізці: А – В принципова модель, Г – структурний рисунок [М. Копп, 1991]. Цифри ①, ② – природомні структурні парагенези поздовжнього вигину в горизонтальній площині, утворені за напрямками діагональних систем розломів: ① – північно-західної – Миргородський; ② – північно-східної – Перешепинський; ③ – ліноподібна структура розтягу – Михайлівська





Умовні позначення на рис. 1

Рис. 8. Кінематика структурних парагенезів тектонічної течії фундаменту, сформованих в обстановках трансресії і здвигання-ковзання.

На врізках: кінематичні моделі і структурні рисунки: А – поперечного висування, Б – поздовжнього вигину в горизонтальній площині [за М. Коплом, 1991]; В – тектонічного мегабудинку [за О. Гінтовим, 2005]. Цифри ①, ② – природомні структурні парагенези: ① – поздовжнього вигину в горизонтальній площині – Перещинський, ② – поперечного висування – Лозівський; овальні структурні западини: ③ – Карлівська, ④ – Кегічівська



горизонтально-здвигових дислокацій, які відрізняються за кінематикою та напрямками спільних переміщень геомас гірських порід відносно вісі простягання палеорифту:

– поздовжнє видовження шляхом антітетичних обертань по системах північно-західних діагональних розломів, з формуванням структурних ансамблів типу "кісточок доміно";

– поперечне висування шляхом синтетичних обертань по системах ортогональних та діагональних розломів, з утворенням поперечних і поздовжніх до вісі палеорифту дислокаційних ороклинів вигинання ;

– в окремих тектонічних умовах відбувається комбінація обох кінематичних механізмів (поперечного висування і поздовжнього видовження) за рахунок різноспрямованих підворотів блоків вздовж двох супряжених систем здвигов з формуванням лінзовидних структур розтягу;

– тектонічний мегабудинаж геоблоків в перемінному за кінематикою горизонтально-здвиговому геодинамічному полі напруг, що відбувається за рахунок зворотньо-поступальних переміщень без обертань сусідніх геоблоків, вздовж однойменних субпаралельних систем здвигов в рифтогенній системі розломів, з утворенням овальних будиноподібних структурних форм здвигу-ковзання;

4 – в межах структурних зон здвигових дислокацій фундаменту виявлено три основні мор-

фогенетичні типи структурних парагенезів тектонічної течії, що відповідають переважаючим геодинамічним обстановкам транспресії, транс-тенсії і здвигу-ковзання:

– ансамблі структурних дуг стискання (ду-плекси стискання), що складають поздовжні та поперечні до простягання палеорифту позитивні "квіткові" структурні форми рельєфу фундаменту-кулісні ряди флексур, уступів-щаблів;

– ансамблі структурних дуг розтягання (ду-плекси розтягання), що утворюють поперечні до простягання палеорифту від'ємні «квіткові» структурні форми рельєфу фундаменту-лінзовидні мініграбени типу pull-apart basin;

– тектонічно "обвальцьовані" геоблоки – мегабудини, в межах яких формуються від'ємні структурні форми сучасної архітектури фундаменту – овальні структурні западини.

Підбиваючи теоретичні підсумки регіональних геотектонічних досліджень, слід зазначити, що на актуальному етапі пізнання інверсійної тектоніки ДДП, з урахуванням отриманих принципів даних про горизонтальні переміщення геомасивів та вторинне структуроутворення за рахунок тектонічної течії кристалічних порід фундаменту, постає проблема створення принципово нової тектонічної моделі системної організації його регіональної архітектури.

#### Література

1. Пейве, А. Тектоника и магматизм [Текст] // А. Пейве. – М. : Изд. АН СССР. Сер. геол., 1961. – № 3 – С. 36-54.
2. Буртман В. Горизонтальные перемещения по разломам и некоторые методы их изучения [Текст] / В. Буртман, А. Лукьянов, А. Пейве, С. Руженцев. // Разломы и горизонтальные движения земной коры. – М. : Изд. АН СССР, 1963. – С. 5-33.
3. 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.
4. Лукьянов, А. Пластические деформации и тектоническое течение в литосфере [Текст] / А. Лукьянов // Труды ГИН АН СССР. Вып. 460. – М. : Наука, 1991. – С. 144.
5. Паталаха, Е. Механизм возникновения структур течения в зонах сжатия [Текст] / Е. Паталаха. – Алма-Ата: Наука, 1979. – 216 с.
6. Паталаха, Е. Тектонофациальный анализ складчатых сооружений фанерозоя [Текст] / Е. Паталаха. – М. : Недра, 1985. – 168 с.
7. Слензак, О. Локальные структуры зон напряжения докембрия [Текст] / О. Слензак. – К. : Наук. думка, 1984. – 104 с.
8. Радзивилл, А. Тектонические, тектоно-магматические и структурно-геоморфологические критерии поисков крупных нефтяных и газовых месторождений в Днепровско-Донецком грабене [Текст] / А. Радзивилл, Ю. Куделя, А. Палий и др. // Препринт АН УССР, Ин-т геол. наук, 79-31. – К. : 1979. – С. 52.
9. Майданович, И. Особенности угольных бассейнов Украины [Текст] / И. Майданович, А. Радзивилл. – К. : Наук. думка, 1984. – 120 с.
10. Чиков, Б. Сдвиговое стресс-структурообразование в литосфере [Текст] / Б. Чиков // Геология и геофизика, 1992. – № 9 – С. 3-39.
11. Леонов, М. Внутриплитные зоны концентрированной деформации: тектоническая структура и особенности эволюции [Текст] / М. Леонов // Геотектоника, 2012. – № 6 – С. 3-28.
12. Корчемагин, В. Особенности развития тектонической структуры и поля напряжений Донбасса и Восточного Приазовья [Текст] / В. Корчемагин, В. Емец // Геотектоника, 1987. – № 3 – С. 49-55.

13. Корчемагин, В. Об особенностях формирования брахиантиклинальных складок Никитовского рудного поля [Текст] / В. Корчемагин, Б. Панов // Доклады АН СССР, 1970. – 194, № 3. – С. 653-656.
14. Гинтов, О. Структурно-петрофизическая и тектонофизическая основа геологической карты кристаллического фундамента центральной части Голованевской шовной зоны Украинского щита [Текст] / О. Гинтов, В. Ентин, С. Мычак и др. // Геофизический журнал, 2016. – № 3, Т. 38. – С. 3-24.
15. Копп, М. Структурные рисунки, связанные с продольными перемещениями внутри складчатых поясов [Текст] / М. Копп // Геотектоника, 1991. – № 1 – С. 21-36.
16. Копп, М. Дугообразные структуры растяжения в кинематическом анализе региональных и глобальных тектонических обстановок [Текст] / М. Копп // Геотектоника, 2017. – № 6 – С. 18-36.
17. Короновский, Н. Роль сдвига вдоль горизонтальной плоскости при формировании структур «пропеллерного» типа [Текст] / Н. Короновский, Г. Гогоненков, М. Гончаров, А. Тимурзиев, Н. Фролова // Геотектоника. 2009. – № 5 – С. 50-64.
18. Anderson, E. The dynamics of faulting [Текст] / E. Anderson. – Edinburg: Oliver and Boyd, 1951. – 206 p.
19. Freund, R. Kinematics of transform and transcurrent faults [Текст] / P. Freund // Tectonophysics, 1974. – Vol. 21, № 1/2. – P. 93-134.
20. Tapponnier, P. Slip-line field theory and large-scale continental tectonics [Текст] / P. Tapponnier; P. Molnar // Nature, 1976. – Vol. 264, № 5584. – P. 319-324.
21. Carter, L. Neogene clockwise tectonic rotation of eastern Transverse Ranges, California [Текст] / L. Carter, B. Luenduk, R. Terres // Bull. Geol. Soc. Amer., 1987. – Vol. 92, № 2 – P. 199-206.
22. Sylvester, A.G. Strike-slip faults [Text] / A.G. Sylvester // Geol. Soc. Amer. Bull, 1988. – Vol. 100 – P. 1666-1703.
23. Барташчук, О. Системна організація диз'юнктивної тектоніки консолідованого фундаменту Дніпровсько-Донецького палеорифту. Частина 2. Лінійні зони горизонтально-здвигових дислокацій рифтового етапу [Текст] / О. Барташчук // Вісник ХНУ, серія "Геологія. Географія. Екологія", 2017. – Вип. 47. – С. 7-17.
24. Тимурзиев, А. Новейшая сдвиговая тектоника осадочных бассейнов: тектонофизический и флюидодинамический аспекты [Текст]: автореф. дис. на соиск. уч. степ. доктора геол.-минер. наук / А. Тимурзиев. – М. : МГУ, 2009. – 40 с.

UDC 551.243.8:550.8(477)

**Oleksii Bartashchuk,**

PhD (Geology), Associate Professor, Head of Department of natural gas resources,  
Ukrainian Scientific Research Institute of Natural Gases,  
Gimnaziyana naberejna, 20, Kharkiv, 61010, Ukraine,  
e-mail: [alekseybart@gmail.com](mailto:alekseybart@gmail.com), <http://orcid.org/0000-0001-7831-6134>

### **SYSTEM ORGANIZATION OF DISJUNCTIVE TECTONICS OF CONSOLIDATED BASEMENT IN DNIPRO-DONETS PALEORIFT. PART 3. STRUCTURAL-CINEMATIC PARAGENESES OF HORIZONTAL-SHEAR DISLOCATIONS ZONES**

**Formulation of the problem.** Getting knowledge of the processes and mechanisms of the rocks tectonic flow is important both for geotectonics and for oil and gas geology as horizontal displacements and rotation of geological blocks in creep dislocations form secondary deformation structures.

Zones of both raised and reduced tectonic stresses are formed in the structural and kinematic parageneses - the so-called "shadow geodynamic zones", in which active fluid-dynamic processes contributing to traps formation and accumulation of hydrocarbons in them, are formed.

Objects of research are secondary deformation structures of tectonic flow (STF). Their newest structural-kinematic parageneses and structured drawings on the surface of Precambrian crystalline basement were studied. Horizontal strike-slip dislocations create their modern architectural structure together with relics of the riftogenic structure.

**The purpose of the article.** The aim of the research is to study structural manifestation of collisional post-tectonic tectogenesis processes in the architectural structure of the DDP crystalline basement. The research tasks are:

- To study the types of tectonic movements and mechanisms of tectonic flow deformations in the foundation and identification of the structural patterns;
- To diagnose morphogenetic types of strike-slip deformation structures of the basement and structural-kinematic parageneses of tectonic flow.

**Methods.** According to Plates tectonics theory the tectonic-physics method of structural drawings analysis was used to study the basement tectonics. It allows us to diagnose tectonic movements and deformations of geomass, in particular, its longitudinal, transverse and rotational displacement relative to the extension of the paleoriff structure in various kinematic forms of bending in the horizontal plane, extrusion and injection, as well as the adjoining movements of domains - groups of horizontal strike-slip faults ensembles and their created geological blocks.

**Results. According to the results** of regional tectonophysical studies:

1. It is established that considerable internal tectonic mobility of the Precambrian foundation at the newest stage of the DDP evolution is manifested in the formation of horizontal strike-slip dislocations zones in the regional system of faults activated in the latest geodynamic stress field.

2. The processes and mechanisms of collision tectonics, which caused formation in the knot zones of the deformation structures of the tectonic flow and the formation of strike-slip structural and kinematic parageneses, have been studied. They are reflected in the tectonic plan of the foundation in the form of characteristic structural elements of the structure and determine its modern architectural structure.

3. The three basic tectonophysical mechanisms of horizontal strike-slip islocations, which differ in kinematics and directions of joint horizontal displacements of block domains, relative to the axis of the paleorief strike, are distinguished:

- longitudinal elongation under the mechanism of joint antithyroid rotations of blocks on systems of diagonal strike-slip faults;
- transverse extension of the mechanism of joint synthetic rotation of blocks on systems of orthogonal and diagonal shifts, as well as their complex combination without the rotation of the duplex blocks;
- tectonic megabout by means of coordinated reciprocating movements without rotational component of adjacent blocks along kinematically identical sub-parallel strike-slip faults.

**Scientific novelty and practical significance.** In the framework of the newest zones of horizontal strike-slip dislocations, three genic types of structurally-kinematic parageneses, which correspond to the main geodynamic conditions, are established:

- contractional duplexes that form ensembles of longitudinal and transverse to reach the paleorief of positive forms-«palm tree» on the surface of the foundation -structural-tectonic and embrio-tectonic arcs;
- extensional duplexes of the sprawl, forming the negative forms- «flower structures» or pull-apart basine - lens-like minigrabens;
- geological blocks - megabodies of oval form, forming local depressions in the relief of the foundation.

**Keywords:** horizontal strike-slip deformation, structural pattern, tectonic flow structure, structural kinematic paragenesis.

#### **References**

1. Peyve, A. (1961). *Tectonics and magmatism. M.: Academy of Sciences of USSR, Vol. geol., 3, 36-54.*
2. Burtman, V., Luk'yanov, A., Peyve, A., Ruzhentsev, S. (1963). *Horizontal displacements by faults & some methods of study. M.: Academy of Sciences of USSR, 5-33.*
3. Rastsvetaev, L. (1980). *Natural structural pattern of terrestrial surface & dynamics interpretation. M.: Nauka, 145-197.*
4. Luk'yanov, A. (1991). *Plastics deformations & tectonics flow in lithosphere. Geol.Inst. of Academy of Sciences of USSR, 460, M.: Nauka, 144.*
5. Patalaha, E. (1979). *Forming mechanisms of flow structures in stress-zones. Alma-Ata: Nauka, 216.*
6. Patalaha, E. (1985). *Tectonofacial analyse of phanerozoic dislocational structures. M.: Nedra, 168.*
7. Slenzak, O. (1984). *Precambrian local structural stress-zones. K.: Nauk.dumka, 104.*
8. Radzivil, A., Kudelya, U., Palyy, A. (1979). *Tectonical, tektonic-magmatical & structure-geomorphological hallmarks of giant oil & gas fields survey at Dnipro-Donets grabe. Geol.Inst. of Ukrainian Academy of Sciences, 79-31, 52.*
9. Maydanovich, I., Radzivil, A. (1984). *Features of Ukrainian coal basins. K.: Nauk. dumka, 120.*
10. Chikov, B. (1992). *Slip-strike structure stress-forming in the litosphere. Geology & Geophysics, 9, 3-39.*
11. Leonov, M. (2012). *Within-plate zones of concentrated deformation: tectonic structure & evolution. Geotectonics, 6, 3-28.*
12. Korchemagin, V., Emets, V. (1987). *Features of tectonic structure evolution & Donbass and Eastern Priazov stress-filds. Geotectonics, 3, 49-55.*
13. Korchemagin, V., Panov, B. (1970). *About features of brachianticlyne folds at Nikitovsk mineral filds. Reports of Academy of Sciences of USSR, 194 (3), 653-656.*
14. Gintov, O., Entin, V., Mychak, S. (2016). *Structure-petrophysical & tectonophysical base of central region of Golovanivsk suture zone of Ukrainian shield crystal basement geological map. Geophysical magazine, 3 (38), 3-24.*

15. Kopp, M. (1991). *Structural patterns of within-fold belts horizontal movements*. *Geotectonics*, 1, 21-36.
16. Kopp, M. (2017). *Arcuate extension structures in kinematic analysis of global & regional tectonic settings*. *Geotectonics*, 6, 18-36.
17. Koronovskiy, N., Gogonenkov, G., Goncharov, M., Timurziev, A., Frolova, N. (2009). *Role of shear along horizontal plane in the formation of helicoidal structures*. *Geotectonics*, 5, 50-64.
18. Anderson, E. (1951). *The dynamics of faulting*. *Edinburg: Oliver and Boyd*, 206.
19. Freund, R. (1974). *Kinematics of transform and transcurrent faults*. *Tectonophysics*, 21 (1/2), 93-134.
20. Tapponnier, P., Molnar, P. (1976). *Slip-line field theory and large-scale continental tectonics*. *Nature*, 264, 5584, 319-324.
21. Carter, L., Luenduk, B., Terres, R. (1987). *Neogene clockwise tectonic rotation of eastern Transverse Ranges, California*. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 92 (2), 199-206.
22. Sylvester, A.G. (1988). *Strike-slip faults*. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 100, 1666-1703.
23. Bartashchuk, O. (2017). *System organization of disjunctive tectonics of consolidated basement of Dniper-Donets paleorift. Part 2. Linear zones of horizontal-shear dislocation at rifting stage*. *Visnyk of V.N.Karazin Kharkiv University, series "Geology. Geography. Ecology"*, 47, 7-17.
24. Tymurziev, A. (2009). *Newest shear tectonics of sedimentary basins: tectonophysical & fluidodynamical aspect. Abstract of thesis for Doctor of geol.-miner. Science. M.: Moscow State University*, 40.