

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ГЕОЛОГІЧНИХ НАУК**

БАРТАЩУК ОЛЕКСІЙ ВАЦЛАВОВИЧ

УДК 551.242/243(477)

**ГЕОДИНАМІЧНІ УМОВИ НАФТОГАЗОНОСНОСТІ
ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОГО ПАЛЕОРИФТУ**

04.00.01 – загальна та регіональна геологія

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора геологічних наук

Київ – 2021

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Харківському Національному Університеті імені В. Н. Каразіна, м. Харків

Науковий консультант: доктор геолого-мінералогічних наук, професор, **Суярко Василь Григорович**, Харківський Національний Університет імені В. Н. Каразіна, м. Харків, професор кафедри мінералогії, петрографії та корисних копалин

Офіційні опоненти: доктор геологічних наук, старший науковий співробітник, **Азімов Олександр Тельманович**, Державна установа «Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук України», м. Київ, провідний науковий співробітник

доктор геологічних наук, доцент **Альошін Віктор Іванович**, Донецький національний технічний університет (Дон НТУ), м. Покровськ, завідувач кафедри геології, розвідки та збагачення корисних копалин

доктор геологічних наук, старший науковий співробітник, **Лазарук Ярослав Григорович**, Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України, м. Львів, головний науковий співробітник.

Захист відбудеться « 22 » квітня 2021 р. о 10⁰⁰ год. на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.162.02 Інституту геологічних наук НАН України за адресою: Україна, 01054, м. Київ, вул. О. Гончара, 55-б.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Інституту геологічних наук НАН України (01054, м. Київ, вул. О. Гончара, 55-б).

Автореферат розісланий « 19 » березня 2021 р.

Вчений секретар спеціалізованої
вченої ради Д 26.162.02
кандидат геол. наук

Т. М. Сокур

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми дослідження. Актуальною проблемою регіональної геології є з'ясування геологічної будови та історії Дніпровсько-Донецького палеорифту (ДДП) на основі встановлення характеру диз'юнктивних і плікативних дислокацій. Важливим напрямом динамічної геології є виявлення динамічних обставин протікання процесів геологічної еволюції ДДП на підставі реконструкції напружено-деформованого стану континентальної земної кори у фанерозої. Відновлення тектонічних режимів і кінематичних механізмів процесів структуроформування та нафтогазонакопичення є основою для вивчення закономірностей розподілу перспективних зон нафтогазоносності у надрах осадового басейну. Наразі великий обсяг нових фактичних геолого-геофізичних даних потребує інтерпретації з використанням непрямих тектонофізичних методів структурного та дислокаційного аналізу, ефективність яких доведено при реконструкції тектонічних режимів деформацій, динаміки та кінематики рухів блоків і пересувань геомас гірських порід в їх межах, механізмів інверсійної складчастості у рифтогенних басейнах.

Вияснення характеру інверсійних дислокацій дозволить вивчити геодинамічні умови структуроформування і нафтогазонокопичення, що склалися на протязі геологічної історії ДДП та розробити достовірну модель геологічної еволюції земної кори у фанерозої. Модель визначатиме закономірності розподілу геодинамічних зон розтягу земної кори, що є шляхами глибинного тепломасоперенесення і надходження вуглеводнів (ВВ) у надра рифтогенного басейну та зон стиснення, якими контролюються структурні зони інверсійної складчастості, де локалізуються перспективні зони нафтогазоносності. Результати дослідження сприятимуть удосконаленню теорії та методології реконструкції напружено-деформованого стану земної кори, достовірному моделюванню геологічної еволюції континентальних рифтогенних структур на теренах Східно-Європейської платформи (СЄП).

Ефективність геолого-розвідувальних робіт на нафту і газ залежить від правильного розуміння динамічних обставин, тектонічних режимів і кінематичних механізмів структуроформування та нафтогазонокопичення. В ДДП розміщується Східно-Українська нафтогазоносна провінція, яка є головним нафтогазовидобувним регіоном України, тому головним науково-практичним завданням дисертаційного дослідження є вияснення геодинамічних умов формування та закономірностей розподілу перспективних зон нафтогазоносності. Його розв'язання сприятиме вирішенню стратегічного завдання з нарощування ресурсної бази нафтогазової галузі, від якої залежить енергетичне забезпечення розвитку промисловості України.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Розробка загальної концепції роботи та її реалізація виконана на кафедрі мінералогії, петрографії та корисних копалин Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна в рамках виконання науково-дослідної теми «Використання хімічного і ізотопного складу вуглеводнів для прогнозування покладів нафти і газу у складчастих регіонах України» (державний реєстраційний № 0118U100312). Збір, систематизація та узагальнення фактичного матеріалу в межах пошукових площ та родовищ нафти і газу здійснювалися в 2016-2019 рр. у рамках виконання 9 науково-дослідних тем відділу газових ресурсів Українського науково-дослідного інституту

природних газів «Науковий супровід геологічних 3D-моделей родовищ» (№№ 33.726/2016-2016, 33.727/2017-2017, 33.728/2017-2017, 33.621/2018-2018, 33.622/2018-2018, 33.623/2018-2018, 33.190/2019-2019, 33.191/2019-2019, 33.192/2019-2019), які містять практичні напрацювання автора, згідно наукових положень дисертації.

Мета дисертаційного дослідження - з'ясування геодинамічних умов протікання процесів структуроформування та нафтогазонакопичення протягом геологічної еволюції земної кори ДДП у фанерозої на основі комплексу геологічних, геофізичних, дистанційних і непрямих тектонофізичних методів аналізу диз'юнктивних і плікативних дислокацій.

Завдання дисертаційного дослідження:

- морфокінематична та генетична діагностика регіональних систем розломів на основі комплексу непрямих методів тектонофізичного аналізу;
- реконструкція головних параметрів поля тектонічних напруг у фанерозої та вивчення динамічних обстановок протікання процесів структуроформування та нафтогазонакопичення;
- діагностика кінематичних механізмів інверсійних дислокацій докембрійського фундаменту і платформного осадового чохла на основі тектонофізичних даних;
- морфогенетична класифікація інверсійних диз'юнктивних і плікативних структур на основі аналізу структурного рисунку тектонітів і прирозломних парагенезів, аномалій геофізичних полів та вертикальних амплітуд неотектонічних рухів;
- розробка моделі геологічної еволюції земної кори ДДП у фанерозої на підставі даних щодо динамічних обстановок і кінематичних механізмів процесів структуроформування і нафтогазонакопичення;
- вивчення геологічних закономірностей розподілу зон розтягу/стискання земної кори для виявлення нових зон інверсійних складчастих деформацій та перспективних зон нафтогазоносності;
- розробка наукової теорії інверсійного структуроформування та нафтогазонакопичення у континентальних рифтогенних геоструктурах

Об'єкт дослідження: Об'єктом досліджень є ДДП та його складові тектонічні елементи (сегменти, мікроплити, блоки, системи розломів).

Предмет дослідження: геодинамічні умови протікання процесів структуроформування і нафтогазонакопичення в ДДП у фанерозої.

Методи дослідження. Методологія дисертаційного дослідження полягає у:

- широкому комплексуванні геологічних (буріння, геологічне картування) та непрямих геофізичних (сейсморозвідка 2Д, 3Д, граві- і магніторозвідка) і тектонофізичних методів, аналізі неотектонічних рухів і даних аерокосмозйомок;
- селективному комплексуванні непрямих тектонофізичних методів структурного (сполучених пар розривів сколювання і структурно-кінематичний) та дислокаційного (структурно-парагенетичний або палеогеомеханічний) аналізу диз'юнктивних дислокацій, ефективних в умовах геологічно закритих надр;
- обмеженні масштабу досліджень регіональним та зональним рівнями, що охоплюють ДДП та його складові тектонічні елементи і структурні зони диз'юнктивних та плікативних деформацій;

• дослідженні динамічних обстановок та кінематичних механізмів деформацій як на етапі рифтогенезу, так і етапах тектонічної інверсії: пізньогерцинському (заальська фаза), кіммерійському, ранньо- (ларамійська фаза) та пізньоальпійському (аттична фаза).

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження, які є його основними науковими положеннями, полягає у тому, що **вперше**:

- виявлено напрям, динаміку та кінематику природного явища просторово-часової інверсії головних параметрів напружено-деформованого стану земної кори, які визначають інверсію генетичних типів регіональних систем розломів у фанерозої;
- виявлено динамічні обстановки, які ініціювали процеси інверсійного структуроформування за механізмом пластичної тектонічної течії гірських порід кристалічного фундаменту і осадового чохла ДДП;
- діагностовано п'ять природних кінематичних механізмів диз'юнктивних та плікативних дислокацій рифтогенної структури, що проявилися в динамічній обстановці інтерференції загальноплитного тангенціального колізійного стискання та регіонального горизонтально-зсувного поля тектонічних напруг;
- розроблено морфогенетичну класифікацію зон диз'юнктивних та плікативних інверсійних дислокацій, які контролюють зони нафтогазоносності в ДДП;
- розроблено формалізовану модель структурно-кінематичної еволюції земної кори ДДП на основі встановлення кінематичного механізму просторово-часової інверсії головних параметрів регіонального поля тектонічних напруг у фанерозої;
- встановлено закономірності розподілу геодинамічних зон розтягу/стискання земної кори, які контролюють зони інверсійної складчастості та перспективні зони нафтогазоносності у межах ДДП;
- запропоновано наукову теорію інверсійного структуроформування та нафтогазонакопичення у континентальних рифтогенних геоструктурах.

Удосконалено методику реконструкції напружено-деформованого стану земної кори на основі комплексування прямих геологічних та непрямих тектонофізичних, геофізичних і дистанційних методів аналізу деформацій.

Одержала подальший розвиток мобілістична концепція «атермічного» рифтогенезу на «холодній» континентальній корі, що є основою моделей формування горизонтально-зсувних та колізійних рифтогенних басейнів.

Наукове значення дисертаційного дослідження:

- Розроблено наукову теорію інверсійного структуроформування та нафтогазонакопичення у континентальних рифтогенних геоструктурах. У відповідності до теорії, природне явище просторово-часової інверсії головних параметрів напружено-деформованого стану земної кори, обумовлене змінами ротаційного режиму планети у фанерозої, визначає інверсію генетичних типів регіональних систем розломів, динамічні обстановки та кінематичні механізми процесів структуроформування та нафтогазонакопичення. Формування скупчень ВВ у природних резервуарах забезпечується парагенетичним зв'язком генетичних типів тріщинуватості з орієнтацією у надрах рифтогенних басейнів головних осей поля тектонічних напруг. В межах деформаційних зон сколювання максимальна кількість відкритих тріщин сколювання і відриву утворюється в перерізах гірських порід,

паралельних до вісі σ_1 головних напруг стискання та ортогональних до осі σ_3 головних напруг розтягання, при цьому максимальна кількість зімкнутих тріщин сколювання локалізується в площині, що є паралельною до вісі σ_3 та ортогональною до вісі σ_1 . Отже, геодинамічні зони розтягу/стискання земної кори контролюють розподіл зон інверсійної складчастості та шляхів висхідної міграції ВВ-флюїдів, де формуються зони нафтогазонакопичення.

• Розроблено формалізовану модель структурно-кінематичної еволюції земної кори ДДП у фанерозої, яка пояснює наступне:

- динамічні обстановки протікання процесів геологічної еволюції рифтогенної структури контролює кінематичний механізм інверсії геодинамічних осей поля тектонічних напруг, що полягає в азимутальному зміщенні головних осей напруг у напрямку проти годинникової стрілки на $\sim 15^\circ$ протягом одного етапу тектогенезу, при їх загальному переміщенні на $\sim 60^\circ$ у геохронології фанерозоя. Цим зумовлені зміни генетичних типів тріщинуватості і характер деформацій уздовж відроджених систем розломів та формування у ДДП трьох окремих планів деформацій: рифтового (D–C₂), платформного (C₃–P) та колізійного (MZ–KZ);
- системну організацію інверсійних дислокацій, поперечну тектонічну сегментацію та розподіл геодинамічних зон розтягу/стискання у структурі ДДП контролюють шість міжсегментних лінійних зон горизонтально-зсувного контролю, які утворюють диз'юнктивний каркас деформацій типу «передового тектонічного віяла стискання», розгорнутого на північ. Його формування обумовлене геодинамічною обстановкою інтерференції тангенціального колізійного стискання, спрямованого з південного сходу та зустрічного стресового стискання з півночі СЄП;
- формування регіональної осі тектонічної симетрії уздовж Верховцівсько-Льговського глибинного розлому за кінематичним механізмом розсування блоків земної кори через тектонічне розтікання геомас гірських порід у протилежних напрямках від нього. Різностямовані горизонтальні рухи ініціювали геодинамічний процес відокремлення двох континентальних мікроплит земної кори з різнойменною кінематикою рухів. Західна мікроплита (Чернігівський та Лохвицький сегменти) лівосторонньої кінематики рухів та обертаннями блоків проти годинникової стрілки зазнала переміщення на північний захід, проте Східна мікроплита (Ізюмський сегмент та Західно-Донецький грабен) правосторонньої кінематики рухів з обертанням блоків за годинниковою стрілкою пересувалася у протилежному напрямку. Геодинамічний процес обумовив поперечну сегментацію та формування в центральній частині ДДП трапецієподібної в плані зони розтягу земної кори, що охоплює найкрупніший нафтогазовидобувний район Східно-Української провінції.

Практичне значення дисертаційного дослідження полягає у наступному:

- впроваджено ефективну в геологічних умовах надр рифтогенних басейнів *методику реконструкції напружено-деформованого стану земної кори* на основі комплексу геологічних (буріння, геологічне картування), геофізичних (сейсморозвідка 2D, 3D, граві- і магніторозвідка) методів, аналізу неотектонічних рухів і даних аерокосмозйомок та непрямих тектонофізичних методів аналізу диз'юнктивних і плікативних дислокацій, працездатність, ефективність та достовірність результатів якої доведено на прикладі ДДП;

- впроваджено *формалізовану модель структурно-кінематичної еволюції земної кори ДДП*, представлену схемами просторово-часової інверсії головних осей поля тектонічних напруг, морфогенетичних типів тектонічних порушень та еволюції тектонічних режимів і планів деформацій, що засвідчують етапність формування структури палеорифту у геохронології фанерозоя;
- впроваджено *морфогенетичну класифікацію інверсійних диз'юнктивних та плікративних структур*, представлену кінематичними моделями структурних парагенезів горизонтального зсування та складчастих зон, сформованих за механізмом пластичної тектонічної течії геомас гірських порід;
- впроваджено *модель системної організації інверсійних деформацій рифтогенної структури ДДП*, головними елементами якої є Західно-Донецька покривно-складчаста область у складі Кальміус-Торецького району лускатих тектонічних покривів і Лугансько-Комишуваського району кулісно-зчленованої підкидо-складчастості (територія Західно-Донецького грабена) та дві регіональні поздовжні структурні зони деформацій, сформовані у контрастних динамічних обстановках транспресії (Південна) і транстенсії (Північна);
- рекомендовано постановку геолого-розвідувальних робіт на нафту і газ у центральній частині ДДП, у геодинамічній зоні максимального розтягу земної кори, з метою виявлення нових зон нафтогазоносності, приурочених до прогнозованих зон інверсійної складчастості.

Встановлені у дисертаційному дослідженні закономірності розподілу зон інверсійної складчастості використані для виявлення нових родовищ ВВ у ДДП. Ефективність наукових розробок підтверджено «Довідкою про обсяги додаткового видобутку та економічний ефект від впровадження результатів науково-дослідних робіт під керівництвом Барташука О.В за 2016-2019 рр., які містять практичні напрацювання автора згідно наукових положень дисертаційної роботи». Додаткові об'єми видобутку ВВ, отримані ПАТ «Укргазвидобування», складають: газу 642,55 млн м³, конденсату і нафти 19,47 тис. т; економічний ефект 1 682 641,1 тис. грн.

Фактичні дані та особистий внесок здобувача. Для виконання роботи автором здійснено пошук, поглиблений аналіз, систематизацію та переінтерпретацію геолого-геофізичних даних з виробничих звітів та опублікованих матеріалів попередніх досліджень. Створено тектонофізичну електронну базу (понад 30 тис. тектонічних лінеаментів) для побудови регіональної схеми розподілу геодинамічних зон стискання/розтягнення земної кори, регіональної моделі системної організації диз'юнктивних та плікративних дислокацій рифтогенної структури, кінематичних моделей формування окремих інверсійних структур, складчастих зон, тектонічних районів і покривно-складчастої області в межах всіх сегментів ДДП, розробки морфогенетичної класифікації інверсійних дислокацій.

Дисертаційна робота є результатом самостійних досліджень О. В. Барташука. Усі наукові узагальнення, положення, результати, методичні і теоретичні напрацювання, висновки і рекомендації у роботі виконано автором особисто.

Апробація результатів дисертації. Основні положення роботи викладено та обговорено очно на 7 науково-практичних конференціях: Міжнародна наукова конференція «Вторинні природні резервуари та неструктурні пастки як об'єкти

істотного приросту запасів вуглеводнів в Україні». - Харків, УкрНДІГаз. - 24-26 травня 2006 р.; Міжнародна наукова конференція «GEOTERTOL 2012» - Польща, Краків, Інститут нафти і газу. - 17-20 вересня 2012 р.; III Міжнародна науково-практична конференція "Нафтегазова геофізика - іноваційні технології". - Івано-Франківськ, ІФТУНГ. - 20-24 травня 2013 р.; Всеукраїнська з міжнародною участю науково-практична конференція "Сучасні проблеми нафтогазової галузі" (присвячена пам'яті П.Ф. Шпака). - Київ, ІГН НАН України. - 16-17 червня 2016 р.; Міжнародна наукова конференція "Геологія і геохімія горючих копалин (присвячена 100-річчю від дня народження академіка Г.Н. Доленка), Львів, ІГГК НАН України. - 23-25 лютого 2017 р.; II Міжнародна наукова конференція "Геологія горючих копалин: досягнення та перспективи", Київ, ІГН НАН України. - 6-8 вересня 2017 р.; III Міжнародна наукова конференція "Геологія горючих копалин: досягнення та перспективи", Київ, ІГН НАН України. - 2-5 вересня 2019 р.

Публікації. За темою дисертації опубліковано 33 наукових праці серед яких: 1 монографія, 19 статей у фахових виданнях: 7 статей у наукових журналах, що входять до наукометричної бази Web of Science, 4 статті, що входять до бази Index Scopus, 2 статті опубліковані в іноземних виданнях, 7 тез доповідей на наукових конференціях та 4 наукових статті, що додатково відображають результати дисертаційного дослідження, 17 наукових публікацій є особистими (без співавторів).

Обсяг та структура роботи. Дисертаційна робота викладена на 328 сторінках машинописного тексту, складається з 6 розділів, висновків, списку використаних джерел та 2 додатків. Обсяг основного тексту дисертації складає 201 сторінку друкованого тексту. Робота ілюстрована 118 рисунками. Список використаних джерел містить 162 найменування.

Автор щиро вдячний за надані консультації, конструктивні зауваження та цінні поради науковому консультанту, доктору геол.- мін. наук, професору Василю Григоровичу Суярку. Дисертант висловлює подяку за консультації щодо окремих аспектів роботи і всебічну допомогу проф. Пересадько В.А., проф. Фику І.М., доктору геол.-мін. наук І. В. Височанському, кандидатам геол.-мін. наук С. В. Горяйнову, Л.В. Іщенко (ХНУ імені В. Н. Каразіна), за сприяння та допомогу при проведенні та впровадженні результатів дослідження кандидатам геол. наук С. В. Кривулі, А. В. Лизанцю, О. Л. Василенку, Г. Є. Святенку, кандидату екон. наук К. С. Курочкину (УкрНДІГаз), усім працівникам кафедри мінералогії, петрографії і корисних копалин (ХНУ імені В. Н. Каразіна), співробітникам відділу газових ресурсів УкрНДІГазу, а також усім співавторам його наукових праць.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність і зв'язок теми досліджень з науковою тематикою, сформульовано мету та завдання, відповідно до об'єкту та предмету дослідження, які по вирішенню склали наукові положення дисертації, визначено методи дослідження, наукову новизну отриманих результатів та їх практичне значення, наведено загальну характеристику роботи та відомості про її апробацію.

Розділ 1 «СУЧАСНИЙ СТАН ВИВЧЕННЯ ТЕКТОНІКИ ТА ГЕОДИНАМІКИ РИФТОГЕННИХ ГЕОСТРУКТУР» сформовано з трьох підрозділів, в яких проаналізовано особливості тектоніки та геологічної еволюції рифтогенних басейнів колізійного та горизонтально-зсувного типу, історію геологічних досліджень ДДП.

У підрозділі 1.1 проаналізовано динаміку та кінематику формування континентальних рифтогенів колізійного та горизонтально-зсувного типу (Байкальського, Мертвоморського, Колтогорсько-Уренгойського, Південно-Оклахомського). Згідно даних Р. Molnar, Р. Tapponnier (1975), І. Zak, Р. Freund (1980), З. Балла та ін. (1990), Г. Уфімцева (1993) горизонтальне розсування блоків земної кори за системами лістричних скидів є природним механізмом рифтогенезу. Рифтогенними є дві динамічно пов'язані системи розломів: зародкова, уздовж якої здійснюється пружний розрив кори, і трансформна, що забезпечує розсування геоблоків та формування плечей рифту. Системи лістричних розломів забезпечують плавне з'єднання приповерхневих систем крутих скидів з глибинними пологими тектонічними зривами, що зумовлює горизонтальне розшарування літосфери. Динамічний зв'язок приповерхневих і глибинних систем розломів ініціює тектонічну рухомість і пластичні дислокації геомас гірських порід. Т. Harding (1965), Є. Паталаха (1979), М. Копп (1991), О. Тимурзієв (2009) діагностували інверсійні диз'юнктивні і складчасті дислокації у горизонтально-зсувних та колізійних рифтогенних басейнах на основі моделі простого зсуву, тому кулісний структурний рисунок прирозломної складчастості у плані і "квіткові структури" у розрізі визначено типовими рисами їх геологічної будови.

У підрозділі 1.2 проаналізовано історію досліджень та новітні дані В. Старостенка, О. Русакова, І. Пашкевич та ін. (2015), В. Старостенка, І. Пашкевич, І. Макаренко та ін. (2017), О. Гінтова (2014, 2016), Т. Цветкової, І. Бугаєнко, Л. Заєц (2017), І. Пашкевич, О. Русакова, Р. Кутас та ін. (2018), І. Пашкевич, М. Орлюк, Т. Лебедь (2014) з глибинної будови ДДП. З їх врахуванням встановлено, що фактор первинної гетерогенності будови Сарматської плити визначив відмінності структурно-кінематичної еволюції та наступне відокремлення Західної (Чернігівський і Лохвицький сегменти) та Східної (Ізюмський сегмент та Західно-Донецький грабен) континентальних мікроплит, які приймають участь у геодинамічному процесі субдукції земної кори в межах палеорифту.

У підрозділі 1.3 проаналізовано уявлення попередників (М. Чирвинська, В. Соллогуб, В. Гавриш, А. Чекунов, О. Істомін, В. Разніцин, К. Соборнов, М. Хацкель, В. Лукінов, Л. Пимоненко, С. Стомба, В. Гончар) щодо геологічної еволюції ДДП. Частина моделей формування рифтової системи ґрунтується на статичних концепціях, що пов'язують рифтогенез та інверсійну складчастість лише з вертикальними рухами геоблоків, ігноруючи роль горизонтальних рухів. Моделі, ґрунтовані на концепціях "атермічного" і «пасивного» рифтінгу визнають структуроутворюючу роль тангенціальних рухів блоків земної кори. Коректними є схеми тектонічної інверсії за механізмом «тектонічного вдвигання» (О. Істомін, 1996) та «індукційно-резонансних деформацій» (В. Гончар, 2019), які враховують горизонтальні рухи, наведені орогенічними подіями у прилеглих або віддалених складчастих поясах. Однак, через брак відомостей щодо динамічних обстановок та кінематичних механізмів тектонічної інверсії, у рамках більшості моделей неможливо достовірно інтерпретувати новітні дані сейсморозвідки 3D, яка дозволила автору виявити невідомі раніше риси морфології і кінематики розломів і прирозломної складчастості. На цих підставах обґрунтовано доцільність перегляду

моделі геологічної еволюції ДДП на актуалістичній основі мобілістичних концепцій формування горизонтально-зсувних та колізійних рифтогенних басейнів.

Розділ 2 «МЕТОДОЛОГІЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ЗЕМНОЇ КОРИ» складають два підрозділи, у яких проаналізовано тектонофізичні методи реконструкції полів тектонічних напруг і деформацій земної кори на основі аналізу тектонічної тріщинуватості, обґрунтовано доцільність їх комплексування з геологічними, геофізичними і дистанційними методами аналізу диз'юнктивних і плікативних дислокацій в умовах ДДП.

У підрозділі 2.1 проаналізовано наявні методи тектонофізичного аналізу і встановлено наступне: • більшість структурних методів мають труднощі із часовою прив'язкою окремих систем тріщинуватості до окремих фаз тектогенезу через їх накладення; • у більшості структурних методів зворотна задача реконструкції полів природних напруг базується на інструментальних вимірах параметрів тріщинуватості, тому їх використання неможливе в умовах геологічно закритих та сейсмічно стабільних внутрішньо-платформних басейнів; • ряд непрямих методів аналізу дозволяє коректно вивчати генетичні типи тріщинуватості, на підставі чого можна реконструювати динамічні обстановки та кінематичні механізми тектонічних рухів і деформацій; • є певні обмеження в окремому використанні будь-якого з тектонофізичних методів аналізу, тому доцільно їх комплексування; • прямі інструментальні методи використовувалися лише на території Донбасу та УЩ, через що лишилися не вивченими поля тектонічних напруг і режими деформацій в ДДП.

У підрозділі 2.2 за результатами аналізу використання тектонофізичних методів визначено, що достовірними структурними діагностичними індикаторами генетичних типів і кінематичних механізмів деформацій гірських порід є морфокінематичні типи тектонічної тріщинуватості і розривів зі зміщенням крил як природних індикаторів розрядки тектонічних напруг. Обґрунтовано доцільність комплексування найбільш ефективних непрямих структурних (структурно-кінематичний та сполучених пар розривів сколювання) та дислокаційних (структурно-парагенетичний та палео-геомеханічний) методів аналізу систем розломів.

У підрозділі 2.3 ґрунтована методологія наукового дослідження, що полягає у:

- широкому комплексуванні прямих геологічних (глибоке буріння, геологічне картування на основі інструментальних вимірів вергентності розломів) та непрямих геофізичних (сейсморозвідка 2Д, 3Д, граві- і магніторозвідка) і тектонофізичних методів, аналізі амплітуд неотектонічних рухів і даних аерокосмозйомок;
- селективному комплексуванні непрямих тектонофізичних методів структурного (сполучених пар розривів сколювання і структурно-кінематичний) та дислокаційного (структурно-парагенетичний або палеогеомеханічний) аналізу диз'юнктивних дислокацій, ефективних в умовах геологічно закритих надр;
- обмеженні масштабу об'єктів досліджень регіональним і зональним рівнями (ДДП, його складові тектонічні елементи, зони диз'юнктивних і плікативних дислокацій);
- дослідженні динамічних обстановок і механізмів деформацій у фанерозої на етапі рифтингу і етапах тектонічної інверсії - пізньогерцинському (заальська фаза), кіммерійському, ранньо-(ларамійська фаза) та пізньоальпійському (аттична фаза).

На цих засадах створено *оригінальну комплексну методику реконструкції полів тектонічних напруг та геодинамічного аналізу деформаційних структур*. В її

рамках розроблено *оригінальну технологію створення електронної аналітичної бази тектонофізичних даних*, що полягає у фрагментації криволінійних трас розломів на складові-вектори. Великий обсяг лінеаментної бази складають фактичні дані високоточної сейсморозвідки 3D, інтерпретація яких дозволила виявити невідомі раніше риси морфології та кінематики тектонічних порушень і прирозломної складчастості, а також граві- і магніторозвідки та геологічного картування, що дозволили встановити характер, напрямки та кінематику горизонтальних рухів геомас гірських порід, механізми складчастих та покривно-складчастих деформацій. *Методика* є кроком з удосконалення методичної бази реконструкції напружено-деформованого стану земної кори на основі непрямого аналізу систем тектонічної тріщинуватості, тому пропонується до використання при регіональних геотектонічних дослідженнях внутрішньоконтинентальних рифтогенних басейнів.

Розділ 3 «НАУКОВІ ЗАСАДИ ТЕКТОНОФІЗИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ СИСТЕМ РОЗЛОМІВ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОГО ПАЛЕОРИФТУ» охоплює два підрозділи.

У *підрозділі 3.1* проаналізовано прояв планетарної решітки тріщинуватості, яка контролює тектонічну подільність земної кори ДДП. І. Чебаненко (1966) виділив вісім її напрямків, використаних системами розломів у земній корі України. Вони відрізняються за генетичним типом, віком та азимутальною орієнтацією, що свідчить про їх просторово-часову еволюцію: 285–290° (PR₃, O, S– сколи, зсуви, P– підкиди, насуви) 310–315° (D–C₁– підкиди, насуви, N,– сколи, зсуви), 340–345° (PR₃– відриви, скиди, C₁₋₂, C₂₋₃, P₂, T₂₋₃ – сколи, зсуви), 0° та 90° (D – сколи, зсуви) 15–20° (PR₃, O, S –сколи, зсуви, P– відриви, скиди), 45–50°(відриви, скиди), 70–75°(PR₃– підкиди, насуви, C₁₋₂, C₂₋₃, P₂, T₂₋₃ – сколи, зсуви). Природне явище інверсії генетичних типів систем розломів ДДП та УЩ, обумовлене просторово-часовою інверсією геодинамічних осей поля напруг у фанерозої, досліджувалося І. Чебаненко (1975), К. Тяпкіним (1982), В. Корчемагіним, В. Ємцем (1987), В. Гавришем та ін. (1991), Коппом і Корчемагіним (2010), О. Гінтовим (2005), О. Азімовим (2008). З врахуванням даних попередніх досліджень, на основі аналізу лінеаментної бази виявлено напрямки регматичної решітки, реалізовані регіональними системами диз'юнктивів у докембрійському фундаменті, восьми дислокаційних поверххах осадового чохла та орогідрографії. За даними статистичного аналізу кругових роз-діаграм встановлено 12 взаємно-ортогональних систем розломів: СР 1(273-279) та СР 7 (9-18°), СР 2 (282-288) та СР 8 (24-30°), СР 3 (291-312) та СР 9 (39-45°), СР 4 (315-339) та СР 10 (54-63°), СР 5 (342-351) та СР 11 (72-78°), СР 6 (354-6°) та СР 12 (84-90°) (рис. 1). Ці напрямки добре узгоджуються з такими, що отримані попередниками з використанням інших методів. Максимально проявлена північно-західна діагональна (СР 3, 4), менше - північно-східна (СР 8, 9, 10) та субширотна (СР 1, 2, 11, 12), найгірше - меридіональна системи (СР 5, 6, 7). Північно-західна діагональна система вміщує два максимуми – СР 3 і СР 4, які утворюють характерний для внутрішньої будови деформаційних (диз'юнктивних) зон сколювання горизонтально-зсувний структурний рисунок, тому рифтогенна структура ДДП з точки зору тектонофізики розглядається рухомою внутрішньо-платформною лінійною деформаційною мегазоною сколювання.

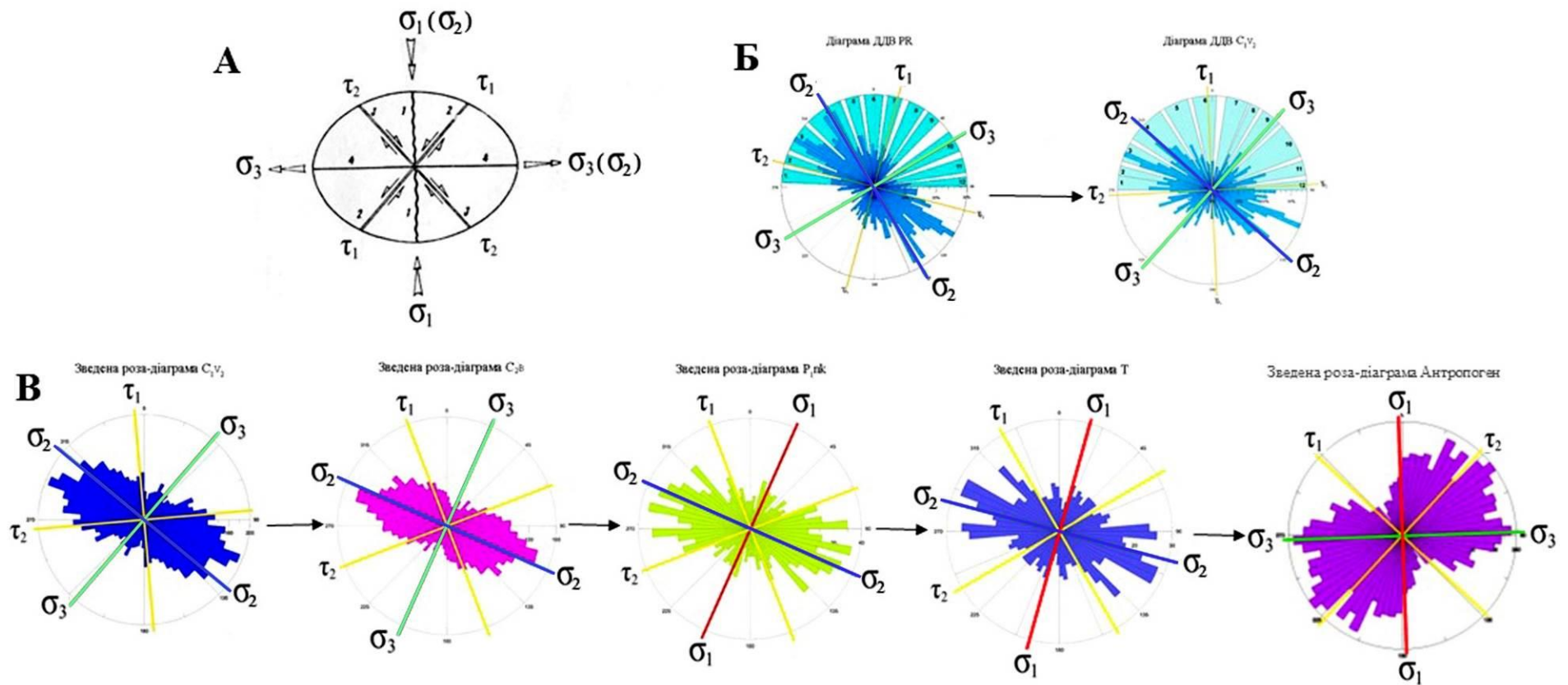


Рис. 1 Реконструкція просторово-часового розподілу головних осей поля напруг у Дніпровсько-Донецькому палеорифті у фанерозої за даними статистичного аналізу роз-діаграм. А- принципова схема еліпсоїда деформації за М. Гзовським (1975). Б, В- реконструкція головних осей: Б- в регіональному плані, В- у центральному (Лохвицький та Ізюмський сегменти) мегаблоці. Головні осі тензора тектонічних напруг: σ_1 – вісь головних нормальних напруг стискання; σ_2 – вісь проміжних нормальних напруг стискання; σ_3 – вісь головних нормальних напруг розтягання; τ_1 , τ_2 – динамопари осей максимальних дотичних напруг.

У підрозділі 3.2 висвітлено результати реконструкції напружено-деформованого стану земної кори на етапах геологічної еволюції ДДП. Виявлено загальний напрям, динаміку та кінематичний механізм просторово-часової інверсії параметрів регіонального поля тектонічних напруг, що полягає в азимутальному зміщенні головних осей поля напруг протягом одної фази тектогенезу за годинниковою стрілкою на $\sim 15^\circ$, при загальному переміщенні на $\sim 60^\circ$ у фанерозої. Процес інверсії контролював зміну генетичних типів, напрямків і кінематики рухів регіональних систем розломів. Це зумовило формування у палеорифті трьох окремих структурних планів деформацій: рифтового (PR_3 – C_2), платформного (C_3 – P) та колізійного (MZ – KZ). На цій основі створено формалізовану модель структурно-кінематичної еволюції земної кори ДДП, яку надано на концептуальних схемах просторово-часової інверсії геодинамічних осей поля напруг (рис. 2) та структурно-кінематичної еволюції континентальної земної кори і зміни структурних планів деформацій у фанерозої (рис. 3). Її використано як теоретичну основу для корегування регіональних схем тектонічного та нафтогазогеологічного районування.

Розділ 4 «КІНЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ФОРМУВАННЯ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОГО ПАЛЕОРИФТУ» складають два підрозділи, у яких висвітлено результати реконструкції напружено-деформованого стану континентальної земної кори на етапі рифтингу та моделювання кінематики формування рифтової системи.

У підрозділі 4.1 проаналізовано модель геодинамічного процесу у континентальній земній корі УЩ та майбутньої рифтової системи ДДП (О. Гінтов, 2014). Згідно плито-тектонічних реконструкцій, геологічна еволюція від палеопротерозою до неопротерозою охоплювала етапи колізії із субдукцією кори та спредінгу з розсуванням континентальних мікроплит. Ці процеси контролювалися меридіональними зонами розломів (Голованівська, Інгулецька, Криворізько-Кременчуцька, Оріхово-Павлоградська), сформованими синхронно у тілі Криворізько-Одеської та Придніпровсько-Приазовської мікроплит УЩ. Горизонтальні рухи мікроплит відбувалися за механізмом "косої колізії" уздовж діагональних систем розломів. Геодинамічні процеси конвергенції та дивергенції земної кори зумовили неоднорідність кори, формування колізійних швів, а згодом меридіональних складчастих зон у межах майбутньої рифтогенної структури ДДП.

У відповідності до комплексної методики, на підставі кінематичного та парагенетичного аналізу структурних рисунків систем розломів докембрійського фундаменту і різновікових решіток тектонітів структурних поверхів осадового чохла вивчалися їх морфологія і кінематика рухів. За визначеним напрямком рухів крил розлому відновлювалися його азимутальна орієнтація і генетичний тип. За даними ідентифікації структурного рисунку тектонітів встановлювався напрямок горизонтальних пересувань геомас гірських порід у зоні зсувної деформації. Із використанням діагностичних структурно-генетичних індикаторів, що виникають через тектонічні деформації гірських порід, та кінематичних індикаторів горизонтально-зсувних парагенезів деформаційних зон сколювання визначалися еталонні структурні рисунки окремих генетичних типів розломів. Кінематика розломів визначалася на часових сейсмічних розрізах. З врахуванням цих даних, на схемах тектонітів фундаменту і восьми поверхів осадового чохла, відновлювались

Геологічна епоха	Азимути простягання систем розломів (№№ СР/град)													
	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1
	84-90	273-279	282-288	291-312	315-339	342-351	354-6	9-18	24-30	39-45	54-63	72-78	84-90	273-279
PR ₂		сколи,* зсуви		відриви, скиди	відриви, скиди			сколи, зсуви			сколи, зсуви			сколи, зсуви
D+C ₁	сколи, зсуви		відриви, скиди	відриви, скиди			сколи, зсуви			сколи, зсуви			сколи, зсуви	
C ₂₊₃			сколи, підкиди			сколи, зсуви			сколи, зсуви			сколи, зсуви		
P ₂ + T			сколи, підкиди			сколи, зсуви			сколи, зсуви			сколи, зсуви		
J + K		сколи, підкиди			сколи, зсуви			відриви, скиди			сколи, зсуви			відриви, скиди
P		сколи, підкиди			сколи, зсуви			відриви, скиди			сколи, зсуви			відриви, скиди
N	сколи, підкиди			сколи, зсуви			відриви, скиди			сколи, зсуви			відриви, скиди	
Q	сколи, підкиди			сколи, зсуви			відриви, скиди			сколи, зсуви			відриви, скиди	

Рис. 2 Схема азимутального розподілу реалізованих у Дніпровсько-Донецького палеорифті напрямків планетарної тектонічної тріщинуватості та просторово-часової інверсії генетичних типів систем розломів (СР) у фанерозої. *Генетичні типи СР: сколи, зсуви; відриви, скиди; підкиди, насуви.

Структурний план	Геологічна епоха	Азимутальні напрямки планетарної решітки тріщинуватості, №/град													
		12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1
		головні вісі напруг	84-90	273-279	282-288	291-312	315-339	342-348	354-6	19-18	24-30	39-45	54-63	72-78	84-90
1	PR														
2	D+C ₁	τ_2	R			R			R		σ_3	R		R	
3	C ₂₊₃ +P ₁ P ₂ +T	R		σ_2	R		τ_1	R			R		τ_2	R	
4	J + K P														
5	N Q	σ_3						σ_1						σ_3	

Рис. 3 Концептуальна схема структурно-кінематичної еволюції земної кори Дніпровсько-Донецького палеорифту у геохронології фанерозою. Головні осі тензора тектонічних напруг:

- σ_1 – ось головних нормальних напруг стискання;
- σ_2 – ось середніх нормальних напруг стискання;
- σ_3 – ось головних нормальних напруг розтягнення;
- τ_1, τ_2 – осі максимальних тангенціальних напруг;

R – реверсний тип тектонічних порушень у відновлених системах розломів.

азимутальна орієнтація головних осей поля напруг та динамічні обстановки етапу рифтогенезу та окремих фаз платформного тектогенезу. Параметри полів напруг контролювались із врахуванням кінематики і генетичних типів зон розломів, визначених попередниками в межах УЩ та ДСС. Для діагностики кінематичного механізму деформацій складено порівняльні схеми різновікових решіток тектонітів.

За даними реконструкції напружено-деформованого стану земної кори ДДП встановлено, що на етапі рифтингу вертикальне розташування вісі σ_1 головних нормальних напруг стискання обумовило геодинамічний режим одноосьового вертикального стиснення. Причому, на горизонтальному майданчику триосьового тензору тектонічних напруг, уздовж північно-західної діагональної системи розломів розташовувалася вісь σ_2 проміжних напруг стискання, одночасно в ортогональному напрямку до неї, уздовж північно-східної діагональної системи, розміщувалася вісь σ_3 головних напруг розтягання. При цьому, діагонально орієнтованою відносно до цих взаємно-ортогональних осей була динамопара осей максимальних дотичних напруг τ_1 , τ_2 , спрямованих уздовж широтної та меридіональної систем. Процес розсування геоблоків кори та розкриття рифту здійснювався за динамічно пов'язаними рифтогенними системами зародкових скидо-розсувів і «тектонічних рейок» горизонтальних зсувів-трансформів, утворених уздовж обох діагональних систем розломів, які на етапі рифтингу мали азимутальні напрямки, узгоджені з орієнтуванням, відповідно, вісі σ_3 та вісі σ_2 .

У підрозділі 4.2 висвітлено результати моделювання кінематики рифтогенезу. Передбачено, що формування Прип'ятьсько-Дніпровсько-Донецької рифтової системи у тілі Сарматської плити відбувалось за схемою "атермічного" рифтингу через пружний розрив "холодної" континентальної земної кори. На передрифтовій стадії, уздовж північно-західної діагональної гілки СР 3,4 (291–312°, 315–339°) сформувалася лінійна зародкова мегазона сколювання. В режимі горизонтального зсування рухи уздовж зародкової тектонічно послабленої зони зумовили утворення первинного трюгу за кінематичним механізмом "pill-apart basin". На рифтовій стадії, у динамічній обстановці загально-плитного розтягання відбувалося розсування геоблоків від зародкового лінеamentу за системою лістричних скидів у південному напрямку. Процес рифтингу контролювався динамічно пов'язаною з зародковою, рифтогенною системою горизонтальних зсувів-трансформ уздовж північно-східної діагональної гілки СР 8, 9, 10 (24–30°, 39–45°, 54–63°). За трансформною системою сформувалися "тектонічні рейки рифтогенезу", за якими розсувалися плечі рифту та закладалася первинна тектонічна сегментація рифтогенної структури.

Розділ 5 «КІНЕМАТИЧНІ МЕХАНІЗМИ ІНВЕРСІЙНИХ ДЕФОРМАЦІЙ РИФТОГЕННОЇ СТРУКТУРИ» сформовано з двох підрозділів, в яких висвітлено результати діагностики кінематичних механізмів тектонічної інверсії ДДП.

У підрозділі 5.1 на початку надано короткий огляд напрацювань О. Слензака (1984), А. Радзівілла, В. Іванішина (1989), В. Корчемагіна та ін. (1987, 1988), О. Гінтова (2005), М. Коппа та ін. (2010, 2017), О. Азімова (2008), С. Горайнова (1999, 2004), В. Гончара (2019) з вивчення кінематики та динаміки тектонічних рухів та деформацій у ДДП тектонофізичними методами. З їх врахуванням встановлено, що через активізацію рухів на протязі фаз тектогенезу в регіональних системах розломів сформувався реверсний тип розломів (рис. 3), якому притаманні

криволінійна морфологія, невитриманість амплітуд по простяганню і падінню, зміни генетичного типу і кінематики у вертикальному розрізі та плані, переважання горизонтальних амплітуд рухів над вертикальними, утворення кулісно зчленованих систем у плані та "квіткових структур" у розрізі. Реверсні зсуво-скиди, зсуво-підкиди та зсуво-насуви сформували тектонічний каркас інверсійних деформацій рифтогенної структури. Активізація рухів за цим каркасом протягом фаз платформного тектогенезу ініціювала процеси пластичної тектонічної течії кристалічних та осадових гірських порід, якими обумовлене формування горизонтально-зсувних деформаційних парагенезів та зон інверсійної складчастості.

Встановлено, що у динамічній обстановці інтерференції перемінного за кінематикою регіонального горизонтально-зсувного поля тектонічних напруг з загальноплитним колізійним стресовим стисканням інверсійні деформації рифтогенної структури здійснювалися за п'ятьма кінематичними механізмами:

- поздовжнє видовження структури за рахунок антітетичних поворотів тектонічних блоків уздовж динамічно пов'язаних кулісних доменів горизонтальних зсувів різнойменної кінематики з утворенням геодинамічних зон стискання;
- поперечне деформування структури через висування ансамблів геоблоків шляхом синтетичних обертань у плані за динамічно пов'язаними системами горизонтальних зсувів різнойменної кінематики з утворенням зон стискання;
- поздовжнє видовження структури через горизонтальні рухи геоблоків різнойменної кінематики з компонентою обертання уздовж двох діагональних динамічно пов'язаних систем горизонтальних зсувів з розсуванням геомас у протилежних напрямках і утворенням геодинамічних зон розтягу;
- «тектонічний мегабудинаж» геоблоків кристалічного фундаменту за рахунок їх природного вальцювання через зворотно-поступальні рухи без обертань тектонічних блоків, розташованих поміж двох систем горизонтальних зсувів;
- формування тектонічного ороклину поперечного висування підсувного типу під тиском мегаблоку тектонічного штампу прилеглого орогену зі скороченням геологічного простору по латералі при значному неседиментаційному нарощуванні товщини осадового чохла через новоутворення складчастих покривів насування.

На цих підставах в інверсійній структурі ДДП виділено два морфогенетичних типи структурних зон інверсійних дислокацій, сформованих за вказаними механізмами – *лінеаментні* (надрозломні) та *плащові* (при- та міжрозломні). *Лінеаментний тип* складають сім поперечних лінійних зон горизонтально-зсувних деформацій: Чернігівсько-Ніжинська, Глобино-Конотопська, Кобеляцько-Лебединська, Михайлівсько-Охтирська (центральна вісь кінематичної симетрії), Карлівсько-Чугуївська, Лозівсько-Старобільська, Добропільсько-Сватівська. Вони сформувалися на етапах платформної тектонічної активізації над відновленими зонами поперечних глибинних розломів фундаменту і слугують міжсегментними межами інверсійної структури палеорифту (рис. 4). Серед *плащових* зон структурних дислокацій виділяються дві морфогенетичні групи: *прирозломні*, які представлені антиформними структурними парагенезами, та *міжрозломні*, представлені синформними деформаційними парагенезами, які складені, відповідно, структурними дуплексами (дугнами) стискання і розтягнення.

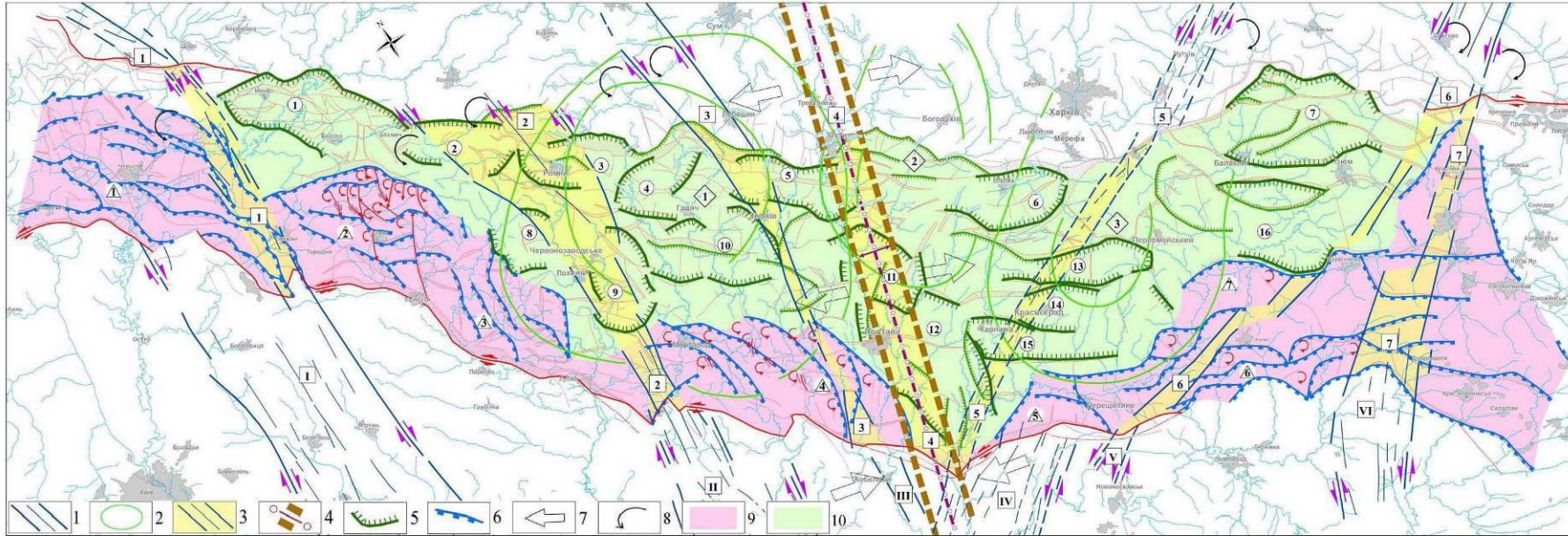


Рис. 4 Структурно-кінематична схема пострифтових структурних ускладнень архітектури фундаменту Дніпровсько-Донецького палеорифту.

Цифри: **I** - **VI** - зони глибинних розломів : **I** - Кіровоградська; **II** - Криворізько-Кременчуцька; **III** - Дніпродзержинська; **IV** - Одеська; **V** - Балаклійсько-Синельниківська; **VI** - Центрально-Приазовсько-Слов'янська. **1** - **3** - кільцеві дуготипні аномалії : **1** - Гадяцька; **2** - Богодухівська; **3** - Валківська, за матеріалами космоз'йомки [М. Крилов, 1988]. **1** - **7** - лінеаментні зони зсувного контролю: **1** - Чернігівсько-Ніжинська; **2** - Глобино - Конотопська; **3** - Кобеляцько - Лебединська; **4** - Михайлівсько-Охтирська; **5** - Карлівсько-Чутувська; **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** осьові : **8** - Сребненська; **9** - Лохвицька; **10** - Лютенська; **11** - Солохівська; **12** - Східно-Полтавська; **13** - Карлівська; **14** - Красноградська; **15** - Старовірівська; **16** - Комишувахська. **1** - **8** структурні дуги стискання: **1** - Чернігівська; **2** - Ніжинсько-Ічнянська; **3** - Прилуцько-Лубенська; **4** - Миргородсько-Абазівська; **5** - Перещепинська; **6** - Лозівська; **7** - Сахновщинсько-Краснопавлівська; **8** - Добропільсько-Селідівська. Умовні позначення: 1 – шовні зони глибинних трансрегіональних розломів, 2 – кільцеві аномалії, за матеріалами космічної зйомки [М. Крилов, 1988]; 3 – лінійні зони горизонтально-зсувного контролю; 4 – вісь кінематичної симетрії – тектонічного розтікання геомас; 5-6 – деформаційні зони сколювання, діагностовані у системах розривів фундаменту: 5- структурні дуги розтягу; 6 – структурні дуги стискання; 7 – загальні напрямки переміщення геомас; 8 – напрямки витискання геомас і обертання геоблоків; 9-10- поздовжні зони інверсійних деформацій: 9- південна, 10- північна.

Міжрозломний тип охоплює структурні парагенези розсування, які сформовані за механізмом помірного внутрішньо-плитного гравітаційно-тектонічного розтягу верхньої частини чохла в комбінованій динамічній обстановці кінематичної асиметрії бортів та регулярного за напрямком руху латерального літосферного струму. Ним зумовлене формування кільцевих, овальних та лінзовидних деформаційних парагенезів, складених кулісно зчленованими рядами структурних дуплексів розтягу, обмежених структурами акомодативного стискання. У герцинському складчастому поверсі вони складають п'ять структурних улоговин в осьовій та прибортових зонах (Срібненсько-Роменська, Синівсько-Зінківська, Михайлівська, Машівсько-Красноградська та Балаклійсько-Савинська) (рис.5).

У підрозділі 5.2 показано, що диз'юнктивні і плікативні інверсійні деформації доволі впевнено ідентифікуються у структурному рисунку аномалій геофізичних полів та розподілі вертикальних амплітуд неотектонічних рухів, що додатково підтверджує достовірність їх виділення з використанням *комплексної методики*. Порівняльний аналіз рисунків тектонітів ДДП і Південно-Оклахомського палеозойського палеорифту (згідно J. Wickham, 1978) вказує на їх структурний ізоморфізм. Спільні риси геологічної будови, синхронність тектонічної і седиментаційної еволюції, ізоморфізм інверсійних дислокацій обох рифтогенних структур може свідчити про аналогічний кінематичний механізм тектонічної інверсії. Причиною інверсійної складчастості вважається стресовий тиск тектонічного мегаблоку-штампу прилеглого складчастого поясу (Уошито або ДСС).

Розділ 6 «ЕВОЛЮЦІЯ ГЕОДИНАМІЧНИХ ОБСТАНОВОК СТРУКТУРОФОРМУВАННЯ ТА НАФТОГАЗОНАКОПИЧЕННЯ У ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОМУ ПАЛЕОРИФТІ» складається з двох підрозділів, у яких розроблено наукову теорію деформаційного структуроформування і нафтогазонакопичення у континентальних рифтогенних геоструктурах та встановлено закономірності розподілу зон розтягу/стискання земної кори та інверсійної складчастості для прогнозування перспективних зон нафтогазонакопичення в ДДП.

У підрозділі 6.1 розроблено *теорію деформаційного структуроформування і нафтогазонакопичення*, що ґрунтована на наявних геолого-геофізичних даних, інтерпретованих з мобілістичних позицій «атермічного» рифтингу та динамічної тектоніки горизонтально-зсувних і колізійних рифтогенів. Обґрунтовано, що просторово-часова інверсія головних параметрів напружено-деформованого стану земної кори визначає динамічні обстановки та характер процесів структуроформування та нафтогазонакопичення у рифтогенних басейнах. Протягом фаз тектонічної активізації під впливом геодинамічної інверсії відбуваються зміни азимутального розподілу головних осей поля тектонічних напруг. Зі зміною знаку геодинамічних напруг уздовж простягання систем розломів змінюються генетичні типи тектонічної тріщинуватості, чим визначається тектонічний режим і кінематичний механізм деформацій та морфогенетичні типи диз'юнктивних і плікативних структур, сформованих за цими системами.

Таким чином, формування скупчень ВВ у надрах нафтогазоносного басейну забезпечується природним парагенетичним зв'язком генетичних типів розломів з азимутальною орієнтацією у надрах головних осей тектонічного поля напруг. Цим

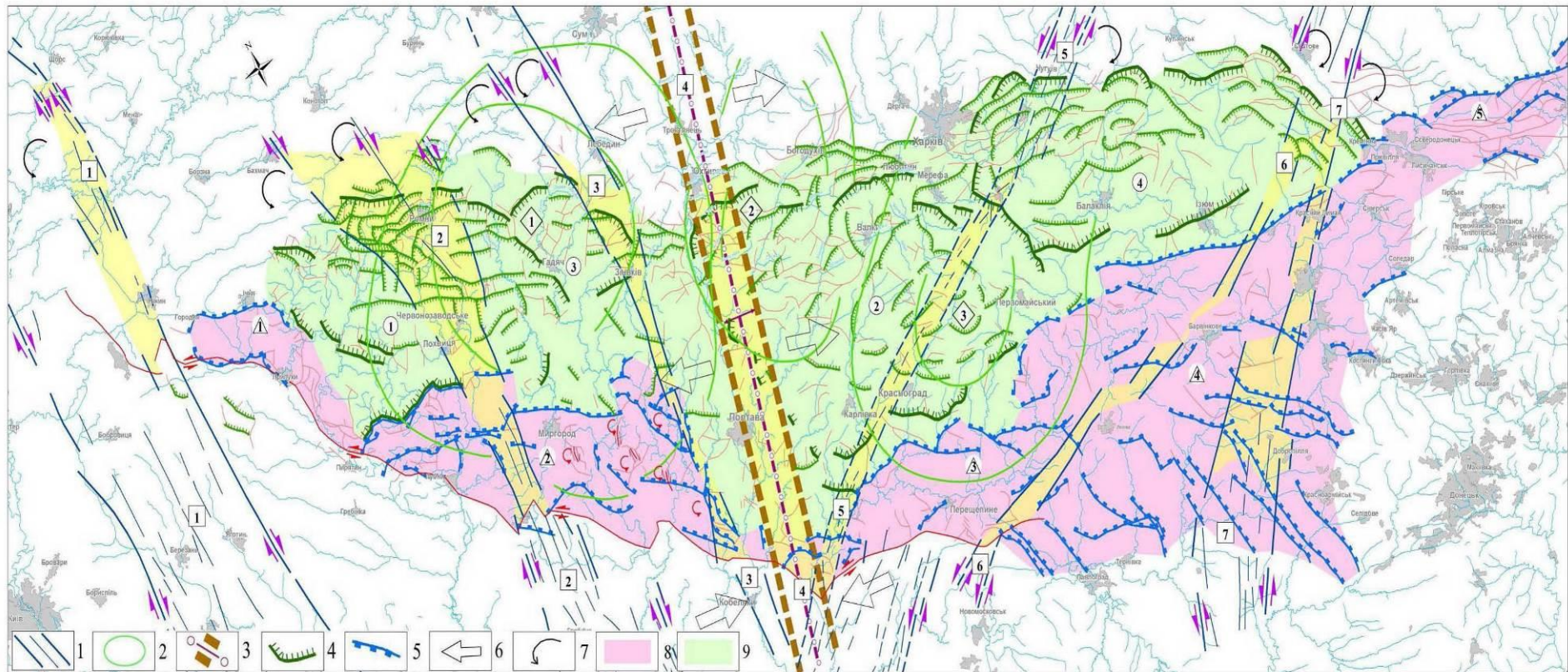


Рис. 5. Структурно-кінематична схема пострифтових структурних ускладнень архітектури осадового чохла (верхньовізейські відклади) Дніпровсько-Донецького палеорифту.

Цифри: **1** - **7** лінеаментні зони: **1** Чернігівсько-Ніжинська; **2** Глобино-Конотопська; **3** Кобеляцько-Лебединська; **4** - Михайлівсько-Охтирська (вісь розтікання геомас); **5** Карлівсько-Чугуївська; **6** - Лозівсько-Старобільська; **7** - Добропільсько-Сватівська. **1** - **4** структурні улоговини: **1** - Ічнянсько-Лохвицька; **2** - Миргород-Зінківська; **3** - Ворсклянська; **4** - Валківська; **5** - Красноградська; **6** - Балаклійсько-Савинська. **1** - **5** структурні дуги стискання: **1** - Ічнянська; **2** - Лубенсько-Решетилівська; **3** - Царичанська; **4** - Лозівсько-Селідівська; **5** - Лисичансько-Луганська. Умовні позначення: **1** - шовні зони трансрегіональних глибинних розломів, **2** - кільцеві аномалії, за даними космозйомки [М. Крилов, 1988]; **3** - регіональна вісь кінематичної симетрії і тектонічного розтікання геомас та лінійні зони концентрації горизонтально-зсувних дислокацій; **4** - структурні душки розтягання; **5** - структурні душки стискання; **6** - напрямки горизонтального переміщення осадових геомас; **7** - напрямки витискання і обертання геоблоків; **9-10** - поздовжні зони інверсійних деформацій: **9** - південна, **10** - північна.

обумовлюється таке природне явище: у межах елементарних деформаційних зон сколювання максимальна кількість відкритих для міграції ВВ-флюїдів тріщин сколювання і відриву утворюється в перерізах гірських порід, паралельних до вісі σ_1 головних нормальних напруг стискання та ортогональних до вісі σ_3 головних напруг розтягання, проте максимальна кількість зімкнутих, непрникних тріщин сколювання локалізується в площині, що паралельна до вісі σ_3 та ортогональною до вісі σ_1 .

У фази платформної тектонічної активізації, через відновлення рухів у регіональних системах диз'юнктивів утворюються реверсні типи розломів, що складають тектонічний каркас окремих планів деформування рифтогенної структури. У геодинамічних зонах стиснення земної кори формується прирозломна інверсійна складчастість. На заключних стадіях фаз тектогенезу, через релаксацію стресових напруг утворюються геодинамічні зони розтягу. У локальних зонах розтягу в межах складчастих зон формуються ділянки концентрації відкритих типів тріщин сколювання і відриву. Природні пастки локалізуються у вторинних тріщино-порових колекторах природних резервуарів, ефективна ємність яких має підвищену компоненту тріщинуватості. Надходження нафти і газу в об'єми пасток відбувається через розвантаження надстислих глибинних ВВ-флюїдів у режимі нададіабатичного розширення у надра осадового басейну. Отже, геодинамічні зони розтягу/стискання земної кори контролюють розподіл шляхів вертикального тепломасоперенесення і міграції мантийних ВВ-флюїдів і зон інверсійної складчастості та нафтогазоносності.

У *підрозділі 6.2* висвітлено динамічні обстановки протікання процесів інверсійного структуроформування і нафтогазонакопичення та закономірності розподілу геодинамічних зон розтягу/стискання земної кори. Згідно оригінальної моделі структурно-кінематичної еволюції земної кори ДДП, етапам тектонічної інверсії притаманні динамічні обстановки колізійного стресового стискання з півдня-південного сходу, індукованого віддаленими рухами альпійського орогену Кавказу в умовах зустрічного стискання з півночі ССП. Рухи заальської фази тектогенезу обумовили тангенціальне стиснення рифтогенної структури у південно-західних румбах. В режимі інтерференції колізійного стискання та регіонального горизонтально-зсувного поля напруг відбувалися процеси пластичної тектонічної течії осадових гірських порід, які ініціювали рухи геомас від надстисненої осьової зони до геодинамічних притулків на південному борту. Просторова неоднорідність контрастних тектонічних режимів стискання/розтягнення у регіональному плані проявилася у двох поздовжніх хвилях (зонах) інверсійних дислокацій, сформованих у динамічних обстановках транспресії (Південна) і транстенсії (Північна) (рис. 4, 5).

Встановлено, що складчасті зони складені ешелонованими та кулісно зчленованими дуго- і лінзоподібними ансамблями прирозломних дуплексів стискання та структур розтягу типу Pull-apart basin. Дуплекси стискання представлені лінійними та флексурно вигнутими прирозломними підкидо-складками, брахіантиклінальними складками штампового типу над горстовими блоками фундаменту. Спільно вони складають плащові зони концентрованої горизонтально-зсувної деформації, лінійні складчасті зони та міжсегментні зони зсувного контролю, які утворюють структурно-тектонічний каркас інверсійних дислокацій рифтогенної структури. Поперечну сегментацію інверсійної структури контролюють сім міжсегментних лінійних зон горизонтально-зсувного контролю,

які сформувалися над зонами меридіональних глибинних розломів фундаменту (рис. 5). У регіональному плані вони утворюють характерну структуру «передового тектонічного віяла стискання», розгорнутого на північ, що зазвичай формується у геодинамічному режимі транспресії.

Протягом киммерійського і альпійського етапів колізійні деформації тривали у підкидо-насувному режимі з перемінною компонентою стиснення в північно-західних румбах. Це зумовило зсувні деформації з кулісним зчленуванням первинно лінійної герцинської підкидо-складчастості та насування лускатих ешелонованих складчастих покривів від ДСС на герцинський неоавтохтон Західно-Донецького грабена за зсуво-насувною решіткою альпійських тектонітів. За цим структурно-тектонічним каркасом на території грабену сформувалася Західно-Донецька покривно-складчаста область у складі Кальміус-Торецького району лускатих тектонічних покривів та Лугансько-Комишуваського району кулісно-зчленованої підкидо-складчастості. Кінематичний механізм тектонічної інверсії визначався тиском мегаблоку - «тектонічного штампу» Донбасу (рис. 6). У його фронті сформувався кліноформний тектонічний сегмент вклинювання, ідентифікований ороклином висування підсувного типу. "Тектонічними рейками" вторгнення служили дві флангові та осьова лінійні зони горизонтально-зсувного контролю. У форланді орокліна утворилися геодинамічні смуги нагнітання осадових геомас, де сформувалися лінійні підкидо-складчасті зони. На закінченнях магістральних зсуво-насувів сформувалося передове лускате віяло стиснення, а в хінтерланді, на коренях тектонічних покривів насування - складчасті сутури. Аттична фаза тектогенезу проявлена у право-зсувних рухах вздовж Персіанівського та Північно-Донецького розломів і формуванні Донецького Кряжу та Донецько-Приазовського мегавалу.

Виявлено, що на ділянках деформування рифтогенної структури за механізмом різнойменних за кінематикою горизонтальних рухів уздовж двох динамічно пов'язаних діагональних систем зсувів утворюються зони розтягу земної кори. В їх межах відбувається пластичне розтікання з компонентою обертання геомас гірських порід у протилежних напрямках від зони розсування із геоблоку, що зазнає деформації. Таку геодинамічну ситуацію діагностовано в центральній частині ДДП, де вздовж Верховцівсько-Львовського меридіонального розлому сформувалася регіональна ось кінематичної симетрії та розтікання геомас. Її структурним відображенням у поверхні фундаменту є Ворсклянська улоговина, що з різкою структурною незгодою накладаються на рифтогенну структуру. Над нею в осадовому чохла сформувався Михайлівський прогин лінзоподібної морфології. Геодинамічна зона розтягу земної кори охоплює східну частину Лохвицького та західну частину Ізюмського сегментів западини, що обмежені Глобино-Конотопською та Карлівсько-Балаклійською лінійними зонами зсувного контролю (рис. 7). Тут розміщується більшість осьових улоговин, де розміщуються головні антиклінальні зони, у межах яких на розвідано найбільші за запасами нафтові та газоконденсатні родовища Східно-Української нафтогазоносною провінції. Геодинамічна зона відносного розтягу виділяється в центральній частині Ізюмського сегменту, охоплюючи Орільську, Балаклійсько-Савинську та Комишуваську улоговини. На схід від осьових солянокупольних валів розміщується район відкритих палеозойських структур, до яких приурочені дрібні газові родовища.

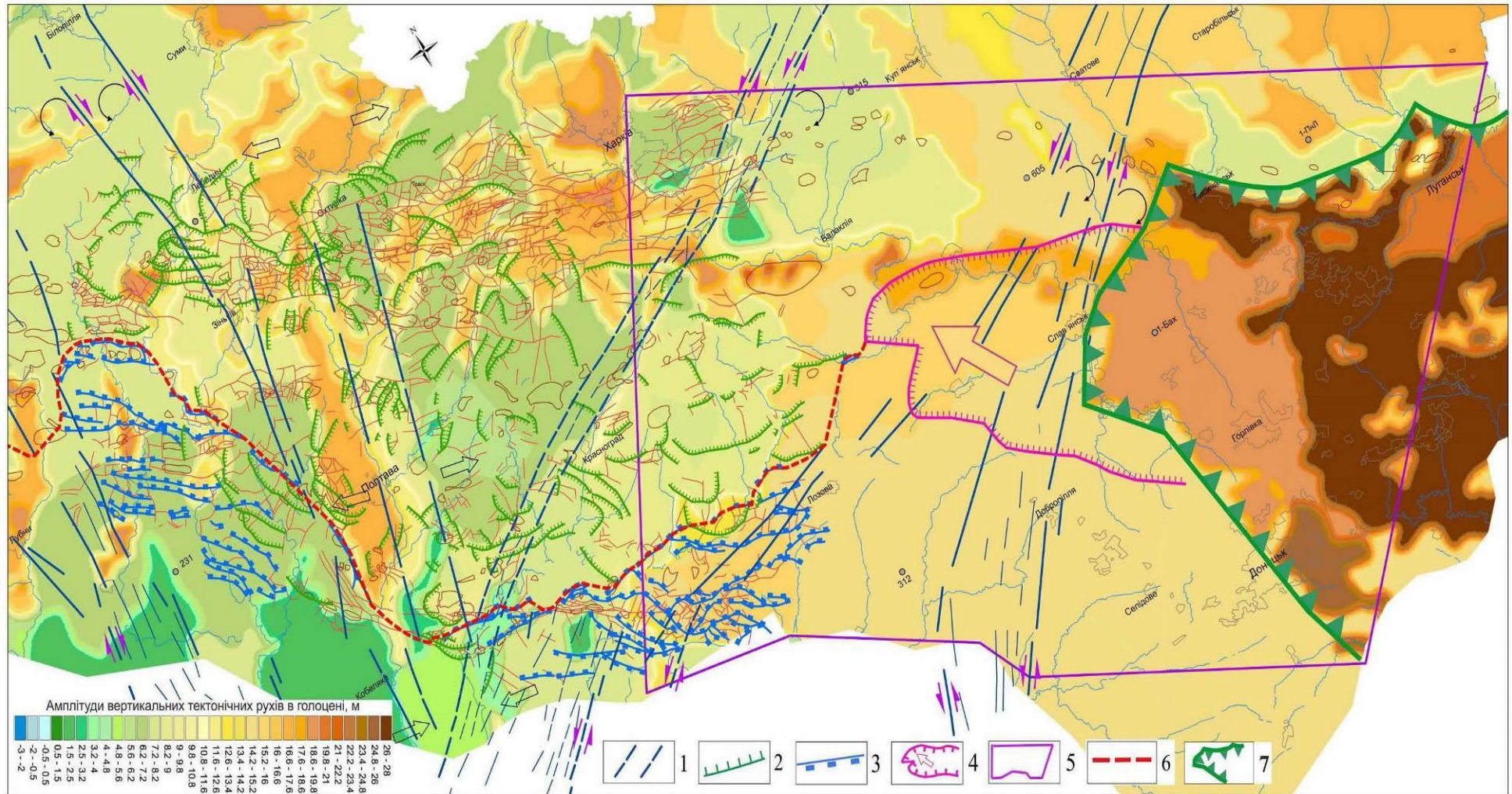


Рис. 6. Фрагмент карти вертикальних неотектонічних (голоценових) рухів (А.В. Полівцев, 2008). Умовні позначення: 1- поперечні дорифтові глибинні розломи, згідно (Крилов, 1987), 2- 3- деформаційні прирозломні структурні парагенези [Барташук, 2019 (3)]: 2- розтягу, 3- стискання; 4- Західно-Донецький сегмент вклиповання; 5- територія досліджень; 6- межа поздовжніх зон колізійних деформацій; 7- фронт вторгнення тектонічного пштампу Донецької складчастої споруди.

ВИСНОВКИ

1. Наукове значення та новизна дисертаційного дослідження полягає у тому, що вперше запропоновано *наукову теорію деформаційного структуроформування та нафтогазонакопичення у континентальних рифтогенних структурах*. Відповідно до її положень, протягом геологічної еволюції континентальної земної кори уздовж напрямків планетарної решітки тріщинуватості утворюються деформаційні зони сколювання, динамічно пов'язані системи яких в динамічних обстановках розтягу утворюють зародкову і трансформну рифтогенні системи диз'юнктивів. Активізація горизонтальних рухів уздовж зародкової системи ініціює розколювання холодної континентальної земної кори за схемою «атермічного» рифтингу з наступним розсуванням блоків уздовж «тектонічних рейок» зсувів-трансформів та формуванням континентальної рифтової системи. Протягом етапів платформної активізації відбуваються інверсійні перебудови рифтогенної структури. Вони контролюються деформаційним тектонічним каркасом, складеним реверсними розломами, яким притаманні криволінійність, чисельні розгалуження, зміни генетичного типу і кінематики рухів уздовж крил, переважання горизонтальних амплітуд над вертикальними, утворення кулісних систем у плані та "квіткових структур" у розрізі. У зонах їх динамічного впливу формуються інверсійні диз'юнктивні і складчасті зони - плащові (прирозломні і міжрозломні) та лінійні (надрозломні).

Формування скупчень ВВ відбувається протягом фаз платформного тектогенезу по завершенні процесів структуроформування і забезпечується парагенетичним зв'язком певних генетичних типів тріщинуватості з орієнтацією у надрах рифтогенних басейнів головних осей поля тектонічних напруг. Він зумовлює таке природне явище: у межах зон сколювання максимальна кількість відкритих тріщин сколювання і відриву утворюється в перерізах гірських порід, що є паралельними до вісі σ_1 головних напруг стискання та ортогональними до вісі σ_3 головних напруг розтягання. Проте максимальна кількість зімкнутих тріщин сколювання, локалізується у площині, що паралельна до вісі σ_3 та ортогональна до вісі σ_1 . Через прояв просторово-часової інверсії генетичних типів тектонічної тріщинуватості уздовж певних азимутальних напрямків утворюються геологічно закриті системи розломів, що є структуроформуючими, а в ортогональних до них напрямках формуються відкриті системи розломів, що слугують шляхами висхідного тепломасоперенесення та розвантаження глибинних флюїдів. На ділянках розсування блоків у протилежних напрямках утворюються геодинамічні зони розтягу земної кори. В природних резервуарах осадового чохла, в межах зон інверсійної складчастості виникають сприятливі геологічні умови для формування вторинних порово-тріщинних колекторів, ємність яких визначається підвищеною компонентою тектонічної тріщинуватості. Надходження ВВ в корисні об'єми пасток відбувається через розвантаження в режимі нададіабатичного розширення надстиснутих глибинних флюїдів. Отже, зони розтягу/стиснення земної кори контролюють розподіл зон нафтогазонакопичення.

2. Вперше розроблено формалізовану *модель структурно-кінематичної еволюції земної кори ДДП*, ілюстровану схемами просторово-часової інверсії геодинамічних осей поля напруг, еволюції тектонічних режимів і планів деформацій. Встановлено динамічні обстановки та п'ять кінематичних

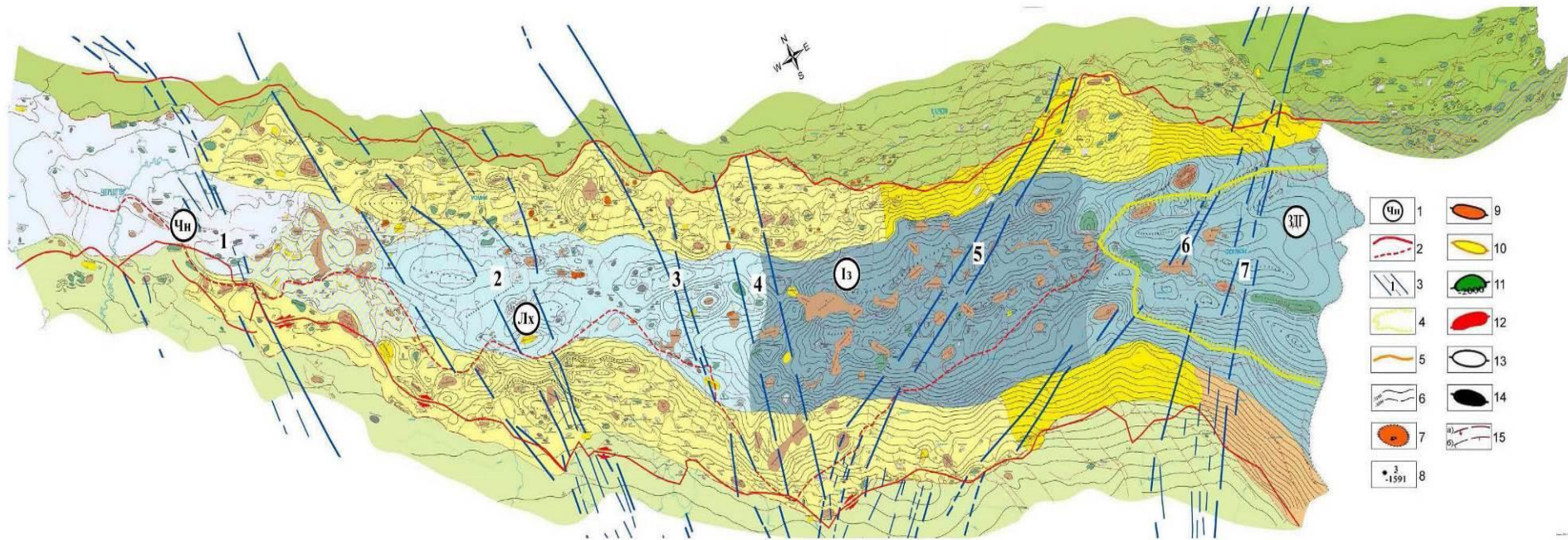


Рис. 7. Тектонічна карта Дніпровсько-Донецької нафтогазоносної провінції [Холодних та ін., УкрДГРІ, 2012] з доповненнями [Барташук, 2020]. Умовні позначення: 1 - тектонічні сегменти: Чн- Чернігівський, Лх- Лохвицький, З- Ізюмський, ЗДГ- Західно-Донецький грабен; 2 - поздовжні межі: Дніпровського грабена і зон інверсійних деформацій; 3 - міжсегментні зони горизонтально-зсувного контролю: 1- Чернігівсько-Ніжинська, 2- Глобино-Конотопська, 3- Кобеляцько-Лебединська, 4-Михайлівсько-Охтирська, 5- Карлівсько-Чугуївська, 6- Лозівсько-Старобільська, 7- Добропільсько-Сватівська; 4 - Західно-Донецький сегмент тектонічного вклинювання; 5 - кордон з Донецьким складчастим спорудою; 6 - ізогіпси покрівлі доверхневізейських відкладів; 7 - девонські соляні діапіри; 8 - свердловини пошуково-розвідувальні (номер і абс. відмітка покрівлі доверхневізейських відкладів); 9 - 14 - локальні структури: 9- наскрізні, 10 - палеогенові, 11 - мезозойські, 12 - пермські, 13 - середнекам'яновугільні, 14 - доверхньосерпуховські; 15 - розривні порушення: скиди, насуви та підкиди.

механізмів деформування рифтогенної структури, що їм відповідають:

- поздовжнє видовження через антитетичні рухи з обертанням тектонічних блоків уздовж динамічно пов'язаних, кулісно зчленованих зсувів однойменної кінематики з утворенням геодинамічних зон стискання;
- поперечне висування ансамблів геоблоків шляхом синтетичних обертань кулісно зчленованих зсувів різнойменної кінематики з утворенням зон стискання;
- поздовжнє видовження через горизонтальні рухи блоків різнойменної кінематики з обертанням уздовж двох діагональних систем зсувів з розсуванням геомас у протилежних напрямках і утворенням геодинамічних зон розтягу;
- тектонічний «мегабудинаж» геоблоків кристалічного фундаменту через зворотно-поступальні рухи без обертань поміж двох систем горизонтальних зсувів;
- формування тектонічного ороклину поперечного висування під зовнішнім тиском мегаблоку-штампу Донбасу зі скороченням геологічного простору при неседиментаційному нарощування розрізу через утворення покривів насування.

Динамічну обстановку розсування геоблоків земної кори з компонентою обертання через пластичне розтікання геомас гірських порід у протилежних напрямках від зони розсування діагностовано в центральній частині ДДП, де вздовж Верховцівсько-Льговського меридіонального розлому сформувалася регіональна вісь кінематичної симетрії. Результатом геодинамічного процесу спредінгу земної кори є формування трапецієподібної у плані території розтягу земної кори у центральній частині ДДП, що охоплює найкрупніший за видобутком район Східно-Української нафтогазоносною провінції. Зона максимального розтягу приурочена до Михайлівського прогину, де рекомендується постановка геолого-розвідувальних робіт на нафту і газ з метою виявлення нових зон нафтогазоносності, пов'язаних з зонами інверсійної складчастості на схилах осьових улоговин.

3. Вперше розроблено *методику реконструкції напружено-деформованого стану земної кори* на основі комплексування геологічних (буріння, геокартування), геофізичних (сейсморозвідка 2Д, 3Д, граві- і магніторозвідка) і непрямих тектонофізичних і дистанційних методів аналізу систем розломів, працездатність, ефективність і достовірність результатів якої доведено в умовах ДДП. В її рамках створено *оригінальну технологію складання електронної бази лінеаментів*, що полягає у фрагментації криволінійних трас розломів на складові елементи-вектори.

4. Практичне значення дисертаційного дослідження полягає у впровадженні:

- комплексної методики реконструкції напружено-деформованого стану земної кори та аналізу інверсійних деформацій;
- формалізованої моделі структурно-кінематичної еволюції земної кори ДДП;
- морфогенетичної класифікації диз'юнктивних і складчастих інверсійних структур;
- моделі системної організації колізійних деформацій рифтогенної структури ДДП;
- рекомендацій на постановку геолого-розвідувальних робіт на нафту і газ в центральній частині ДДП, у зоні максимального розтягу земної кори для виявлення нових зон нафтогазоносності, пов'язаних до зон інверсійної складчастості.

Основні практичні висновки дисертаційного дослідження:

- *модель структурно-кінематичної еволюції земної кори ДДП* є теоретичною основою для виявлення нових зон інверсійної складчастості та нафтогазоносності.

• *теорія деформаційного структуроформування та нафтогазонакопичення у континентальних рифтогенах* є науковою основою для створення достовірних геодинамічних моделей континентального рифтогенезу на теренах СЄП.

Практичні висновки дисертаційного дослідження впроваджені у практику пошуково-розвідувальних робіт на нафту і газ у вигляді конкретних рекомендацій щодо розміщення буріння, що підтверджено «Довідкою про обсяги додаткового видобутку та економічний ефект від впровадження результатів науково-дослідних робіт під керівництвом Барташука О. В. за 2016-2019 рр., які містять практичні напрацювання автора згідно наукових положень дисертаційної роботи», у відповідності до якої додаткові об'єми видобутку ВВ складають: газу 642,55 млн. м³, конденсату і нафти 19,47 тис. т; економічний ефект 1 682 641,1 тис. грн.

Перспективи продовження досліджень за тематикою дисертації вбачаються у наступному. Визначення закономірностей розподілу геодинамічних зон розтягу/стискання земної кори та інверсійних складчастих деформацій служитимуть теоретичною основою для обґрунтування нових напрямів геолого-розвідувальних робіт на нафту і газ в ДДП та сприятимуть нарощуванню ресурсної бази видобутку ВВ. Результати дисертаційного дослідження з розташування перспективних зон нафтогазоносності впроваджені у філії УкрНДІгаз ПАТ «Укргазвидобування».

ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ДИСЕРТАЦІЇ ОПУБЛІКОВАНІ В РОБОТАХ:

• Монографії

1. Газоносность и ресурсы метана угольных бассейнов Украины: [монография] : в 3-х тт. УкрНИМИ НАН Украины. – Донецк: изд. Вебер (Донецкое отделение), 2009. – ISBN 978-966-335-304-3. Т. 2. Углегазовые и газовые месторождения Северо-Восточного Донбасса, ДДВ и Львовского бассейна [А.В. Анциферов, ... **Барташук О. В** и др.] – 478с. – ISSN 978-966-335-338-8. (*Особистий внесок автора – підрозділ 5.1. «Южная прибортовая зона Днепровско-Донецкой впадины»*).

• Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації у наукових фахових виданнях України:

2. **Барташук О. В.**, Харченко С. Д. Перспективы разведки новых газовых залежей на Волоховском месторождении // Нефтяная и газовая промышленность. – Киев: "Техника". – 1990. - № 2. – С. 6-7. (*Особистий внесок автора – досліджено тектонічні передумови формування покладів ВВ на Волохівському ГКР*).

3. **Барташук О. В.**, В. М. Бенько, М. І. Мачужак та ін. Про відкриття Східно-Виноградівського газового родовища в Україні // Проблеми нафтогазової промисловості: Зб. наук. пр. ДП "Науканафтогаз", вип. 3, Київ, 2006. – С. 56-60. (*Особистий внесок автора – досліджено тектонічну будову та нафтогазоносність Східно-Виноградівського ГКР*).

4. **Барташук О. В.**, Височанський І. В., Репринцев В. І, Здоровенко М. М. Прогнозування нової зони нафтогазонакопичення в південній крайовій частині Дніпровсько-Донецької западини // *Геолог України*, 2013, № 2, С. 15-20. (*Особистий внесок автора – досліджено тектонічні передумови нафтогазоносності*). Наукометрична база – Index Copernicus.

5. Василенко О. Л., **Барташук О. В.**, Панасенко В. А. Елементи здвигової тектоніки в формуванні Східно-Медведівського підняття // *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія "Геологія. Географія. Екологія"*, 2013, № 1049, С. 13-21. (Особистий внесок автора – діагностовано кінематичний механізм деформацій). Наукометрична база – *Index Copernicus*.
6. **Барташук О. В.** Системна організація диз'юнктивної тектоніки консолідованого фундаменту Дніпровсько-Донецького палеорифту. Частина 1. Лінеamenti // *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, серія "Геологія. Географія. Екологія"*, 2016, вип. 45, С. 14-22. – Наукометрична база – *Index Copernicus*.
7. **Барташук О. В.** Системна організація диз'юнктивної тектоніки консолідованого фундаменту Дніпровсько-Донецького палеорифту. Частина 2. Лінійні зони горизонтально-здвигових дислокацій рифтового етапу // *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, серія "Геологія. Географія. Екологія"*, 2017, вип. 47, С. 7-17. – Наукометрична база – *Web of Science*.
8. **Барташук О. В.** Системна організація диз'юнктивної тектоніки консолідованого фундаменту Дніпровсько-Донецького палеорифту. Частина 3. Структурно-кінематичні парагенези тектонічної течії зон горизонтально-здвигових дислокацій // *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія "Геологія. Географія. Екологія"*, 2018, вип. 48, С. 12-27. – Наукометрична база – *Web of Science*.
9. **Барташук О. В.** Структурні прояви об'ємної тектонічної рухомості кристалічного фундаменту Дніпровсько-Донецького палеорифту // *Тектоніка і стратиграфія*, 2018, вип. 45, С. 40-52.
10. **Барташук О. В.**, Суярко В. Г. Горизонтальні переміщення геомасивів у континентальних рифтогенних геоструктурах (на прикладі Дніпровського-Донецького палеорифта). Частина 1. Структурні прояви тектонічної течії у фундаменті // *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія "Геологія. Географія. Екологія"*, 2018, вип. 49, С. 10-23. (Особистий внесок автора – досліджено колізійні деформації фундаменту Дніпровсько-Донецького палеорифта). Наукометрична база – *Web of Science*.
11. **Барташук О. В.** Структурно-кінематична еволюція земної кори Дніпровсько-Донецького палеорифту. Частина 1. Структурні прояви реїдної деформації в осадовому чохла // *Тектоніка і стратиграфія*, 2019, вип. 46, С. 5-16.
12. **Барташук О. В.**, Суярко В. Г. Горизонтальні переміщення геомасивів у континентальних рифтогенних геоструктурах (на прикладі Дніпровського-Донецького палеорифта). Частина 2. Структурні парагенези зсувної деформації осадового чохла // *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія "Геологія. Географія. Екологія"*, 2019, вип. 50, С. 27-41. (Особистий внесок автора – досліджено колізійні деформації осадового чохла Дніпровсько-Донецького палеорифта). Наукометрична база – *Web of Science*.
13. **Барташук О. В.** Горизонтальні переміщення геомасивів у континентальних рифтогенних геоструктурах (на прикладі Дніпровського-Донецького палеорифта). Частина 3. Системна організація пострифтових реїдних деформацій // *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія "Геологія.*

Географія. Екологія", 2019, вип. 51, С. 26- 40. – Наукометрична база – Web of Science.

14. **Барташук О. В.** Колізійні деформації Дніпровсько-Донецької западини. Стаття 1. Тектоніка зони зчленування з Донецькою складчастою спорудою. *Геологія і геохімія горючих копалин*, 2019, 3 (180), С. 77-90.

15. **Барташук О. В.** Колізійні деформації Дніпровсько-Донецької западини. Стаття 2. Кінематичні механізми тектонічної інверсії. *Геологія і геохімія горючих копалин*, 2019, 4 (181), С. 32-44.

16. **Барташук О. В.** Колізійні деформації Дніпровсько-Донецької западини. Стаття 3. Геодинамічна модель тектонічної інверсії. *Геологія і геохімія горючих копалин*, 2020, 1-2 (182-183), С. 1-13.

17. **Барташук О. В.** Структурно-кінематична еволюція земної кори Дніпровсько-Донецького палеорифту. Частина 2. Кінематичні механізми пострифтових структурних деформацій осадового чохла Дніпровсько-Донецького палеорифту // *Тектоніка і стратиграфія*, 2020. - Вип. 47. С. 55-62.

18. **Барташук О. В.** Тектонічна інверсія Дніпровсько-Донецької западини. Частина 1. Колізійна тектоніка Західно-Донецького грабена // *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія "Геологія. Географія. Екологія"*. 2020, вип. 52, С. 10-23. - Наукометрична база – Web of Science.

19. **Барташук О. В.** Тектонічна інверсія Дніпровсько-Донецької западини. Частина 2. Геодинамічні обстановки і кінематичний механізм деформацій рифтогенної структури // *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія "Геологія. Географія. Екологія"*. 2020, вип. 53, С. 10-23. - Наукометрична база – Web of Science.

20. **Барташук О. В.**, Суярко В. Г. Геодинаміка формування перехідної зони між Дніпровсько-Донецькою западиною та Донецькою складчастою спорудою. Тектонічний стиль інверсійних деформацій // *Геодинаміка*, 2020, №. 2(20). С. 51-65. (Особистий внесок автора – досліджено колізійні деформації осадового чохла Західно-Донецького грабена). Наукометрична база – Index Copernicus.

• **Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації у зарубіжних спеціалізованих виданнях**

21. **Барташук А. В.** Коллизионные деформации Днепровско-Донецкой впадины. Тектоника Западно-Донецкого грабена // *Нефтегазовая геология. Теория и практика*. – 2020, Т. 15, № 3. Наукометрична база – Ulrich's Periodicals Directory, GeoRef.

22. **Барташук А. В.** Коллизионные деформации Днепровско-Донецкой впадины. Геодинамические режимы и кинематический механизм деформаций // *Нефтегазовая геология. Теория и практика*. - 2020. - Т. 15. - № 4. – Наукометрична база – Ulrich's Periodicals Directory, GeoRef.

• **Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації (матеріали конференцій):**

23. **Барташук О. В.**, Лизанець А. В. Пріоритетні напрямки пошуково-розвідувальних робіт на нафту і газ у південній прибортовій зоні ДДЗ. Вторинні

природні резервуари та неструктурні пастки як об'єкти істотного приросту запасів вуглеводнів в Україні: Матеріали Міжнародної наукової конференції, Харків, 24-26 травня 2006 р. – Харків: Укрндігаз, 2006. – С. 60. *(Особистий внесок автора – обґрунтовано напрями першочергових робіт на нафту і газ).*

24. **Барташук А. В.**, Кривуля С. В., Лизанец А. В. Перспективы открытия и освоения месторождений типа tight gas на Востоке Украины. Тезисы докладов Международной конференции «GEOTERTOL 2012». – Краков: Институт нефти и газа, Польша, 17-20 сентября 2012. *(Особистий внесок автора – досліджено розподіл зон tight gas на Сході України).*

25. Кривуля С. В., Василенко А. Л., **Барташук А. В.** Соляно-сдвиговые структуры – новый перспективный объект для поисков нефти и газа в Днепро-Донецкой впадине / А. В. Барташук // Матеріали III-ої Міжнародної науково-практичної конференції "Нафтогазова геофізика – інноваційні технології". – Івано-Франківськ, 20-24 травня 2013р. – С. 79-83. *(Особистий внесок автора – обґрунтовано кінематичний механізм формування соляно-здвигових структур).*

26. Костів А. Л., **Барташук О. В.** До вивчення глибинної будови Солохівського пошукового об'єкту / Зб. наукових праць Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародної участю "Сучасні проблеми нафтогазової галузі" (присвячена пам'яті П. Ф. Шпака). - Київ, 16-17 червня 2016 р. – С. 38-41. *(Особистий внесок автора – обґрунтовано механізм формування пасток ВВ).*

27. **Барташук О. В.** Геодинамічна еволюція напружено-Деформованого стану земної кори Дніпровсько-Донецького палеорифту/ Матеріали Міжнародної наукової конференції "Геологія і геохімія горючих копалин (присвячена 100-річчю від дня народження академіка Г. Н. Доленка), Львів, 23-25 лютого 2017 року. – С. 18-20.

28. **Барташук О. В.** Модель структурно-кінематичної еволюції Дніпровсько-Донецького палеорифту у фанерозої / Матеріали II-ої Міжнародної наукової конференції "Геологія горючих копалин: досягнення та перспективи", Київ, 6-8 вересня 2017 року. – С. 28-33.

29. **Барташук О. В.** Горизонтальні переміщення і постріфтові деформації платформного осадового чохла Дніпровсько-Донецького палеорифту у фанерозої / Матеріали III-ої Міжнародної наукової конференції "Геологія горючих копалин: досягнення та перспективи", Київ, 2-5 вересня 2019 року. – С. 5-9.

• Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації

30. **Барташук О. В.**, Єрошин Є.В., Каменев В.О., Бугрим В. П. Еволюція напружено-деформованого стану земної кори Дніпровсько-Донецького палеорифту у фанерозої // *Геотехнології. Видавництво: НТУ «Харківський політехнічний інститут», 2018, число.1, № 1, С. 12-26. ISSN 2616-8839. (Особистий внесок автора – досліджено механізм просторово-часової інверсії параметрів поля напруг).*

31. **Барташук О. В.** Еволюція геодинамічних умов нафтогазоносності земної кори Дніпровсько-Донецького палеорифту // *Тектоніка і стратиграфія*, 2017, вип. 44, С. 44-56.

32. **Барташук О. В.** Еволюція напружено-деформованого стану земної кори Дніпровсько-Донецького палеорифту у фанерозої // *Доповіді НАН України*, 2019, № 3, С. 62-71.

33. **Барташук А. В.** Коллизионные деформации Днепровско-Донецкой впадины. Геодинамическая модель тектонической инверсии // *Нефтегазовая геология. Теория и практика*. - 2020. - Т. 15. - № 5. – *Наукометрична база – Ulrich's Periodicals Directory, GeoRef*.

АНОТАЦІЯ

Барташук О.В. Геодинамічні умови нафтогазоносності Дніпровсько-Донецького палеорифту. - Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора геологічних наук за спеціальністю 04.00.01– загальна та регіональна геологія.– Інститут геологічних наук НАН України.– Київ, 2021.

Дисертація присвячена дослідженню геодинамічних умов нафтогазонакопичення і структуроформування протягом структурно-кінематичної еволюції ДДП у фанерозої на основі оригінального комплексу геологічних та непрямих тектонофізичних, геофізичних, дистанційних методів аналізу диз'юнктивних і плікативних дислокацій. На прикладі ДДП встановлено динамічні обстановки, тектонічні режими і кінематичні механізми геологічної еволюції континентальної земної кори.

Розроблено наукову теорію деформаційного структуроформування та нафтогазонакопичення у континентальних рифтогенних структурах, у відповідності до якої визначальним фактором їх геологічної еволюції є активізація систем розломів з формуванням деформаційного каркасу, складеного реверсним типом розломів. Протягом етапів платформного тектогенезу він контролює процеси пластичної тектонічної течії геомас кристалічних і осадових гірських порід, які обумовлюють трансформацію розломно-блокової тектоніки у плікативно-дислоковану. Внаслідок природного явища просторово-часової інверсії геодинамічних осей та генетичних типів тектонічної тріщинуватості уздовж певних азимутальних напрямків утворюються геологічно закриті системи розломів, синхронно в ортогональних до них напрямках формуються відкриті системи, що слугують шляхами висхідного тепломасоперенесення та розвантаження глибинних ВВ-флюїдів. У геодинамічних зонах стиснення земної кори формуються складчасті плащові (прирозломні та міжрозломні) та диз'юнктивні (надрозломні) зони інверсійних деформацій, а на ділянках розсування геоблоків утворюються геодинамічні зони розтягу, де формуються зони нафтогазонакопичення. Таким чином, зони сучасного розтягу/стискання земної кори контролюють розподіл зон інверсійної складчастості та нафтогазоносності у надрах рифтогенних басейнів.

Розроблено модель геологічної еволюції земної кори ДДП, якою передбачено, що етапи тектонічної інверсії відбувалися в динамічній обстановці інтерференції загальноплатформного колізійного стискання і регіонального горизонтально-зсувного поля напруг. З'ясовано, що через розсування з обертанням геоблоків земної кори за рахунок тектонічного розтікання геомас гірських порід в їх межах у

протилежних напрямках вздовж Верховцівсько-Львовського глибинного розлому сформувалася регіональна вісь кінематичної симетрії. Вона контролює геодинамічний процес спреднгу земної кори з відокремленням двох мікроплит з різнойменною кінематикою рухів. Західна мікроплита (Чернігівський та Лохвицький сегменти) з лівобічною кінематикою та обертанням геоблоків проти годинникової стрілки переміщується на північний захід, проте Східна (Ізюмський сегмент та Західно-Донецький грабен) з правосторонньою кінематикою та обертанням геоблоків за годинниковою стрілкою переміщується на південний схід. Процес тектонічної інверсії ДДП контролюється шістьма лінійними зонами горизонтально-зсувного контролю, сформованими над активізованими меридіональними розломами. Вони утворюють міжсегментний тектонічний каркас типу передового тектонічного віяла стискання, розгорнутого на північ. Це зумовило формування трапецієподібної геодинамічної зони розтягу земної кори у центральній частині палеорифту, де розташований найкрупніший за запасами і видобутком ВВ район Східно-Української нафтогазоносною провінції.

Результати дисертаційного дослідження впроваджено на пошукових площах та родовищах ПАТ «Укргазвидобування» з умовною економічною ефективністю 1 682 641,1 тис. грн. Основні положення дисертації впроваджені автором у навчальний процес Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна при викладанні дисципліни «Геологічні умови формування родовищ нафти та газу».

Ключові слова: Дніпровсько-Донецький палеорифт, планетарна решітка тріщинуватості, системи розломів, тектонофізичні методи, геодинамічні умови, кінематичний механізм, рифтогенез, тектонічна інверсія, зони розтягу/стискання земної кори, складчасті зони інверсійних деформацій.

ABSTRACT

Bartashchuk, O. V. Geodynamic conditions of oil and gas potential of the Dnieper-Donetsk paleorift. - Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

The dissertation on competition of a scientific degree of the doctor of geological sciences on a specialty 04.00.01 - general and regional geology. Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine. - Kyiv, 2021.

The dissertation is devoted to the study of geodynamic conditions of oil and gas accumulation and structure formation during the structural and kinematic evolution of DDP at the Phanerozoic on the basis of the original complex of geological and indirect tectonophysical, geophysical, remote methods of analysis of disjunctive and plicative dislocations. Dynamic conditions, tectonic regimes and kinematic mechanisms of geological evolution of the continental earth's crust are established on the example of DDP.

The scientific theory of deformation structure formation and oil and gas accumulation in continental rift structures has been developed. According to its provisions, during the geological evolution of the continental crust along the directions of the planetary lattice of fracture, deformation zones of cleavage are formed, dynamically connected systems of which in dynamic tensile conditions form germinal and transform rift systems of disjunctives. Activation of horizontal movements along the germinal system initiates the splitting of the cold continental crust according to the scheme of "athermic" rifting,

followed by the spreading of blocks along the "tectonic rails" of strike-slips fault-transforms and the formation of the continental rift system. During the stages of platform activation, inversion complications of the rift structure take place. They are controlled by a deformation tectonic framework composed of reverse faults, which are characterized by curvature, numerical branches, changes in genetic type and kinematics of movements along the wings, the predominance of horizontal amplitudes over vertical, the formation of rocker systems in plan and "flower structures" in section. In the zones of their dynamic influence, inversion disjunctive and folded zones are formed - mantle (near-fault and interfault) and linear (strike-slip fault).

The formation of oil and gas fields occurs during the phases of platform tectogenesis upon completion of structure formation processes and is provided by the paragenetic connection of certain genetic types of tectonic fractures with orientation in the subsoil of rift basins of the main axes of the tectonic stress field. It causes the following natural phenomenon: within the chipping zones, the maximum number of open cracking and tearing cracks is formed in the cross sections of rocks that are parallel to the axis σ_1 of the main compressive stresses and orthogonal to the axis σ_3 of the main tensile stresses. However, the maximum number of closed chipping cracks is localized in a plane parallel to the σ_3 axis and orthogonal to the σ_1 axis. Due to the manifestation of spatio-temporal inversion of genetic types of tectonic fracture along certain azimuthal directions, geologically closed fault systems are formed, which are structure-forming, and in fault orthogonal directions open fault systems are formed, which serve as ascending heat and mass transfer paths. Geodynamic tensile zones of the earth's crust are formed in the areas of block displacement in opposite directions. In the natural reservoirs of the sedimentary cover, within the zones of inversion folding, favorable geological conditions arise for the formation of secondary pore-fracture reservoirs, the capacity of which is determined by the increased component of tectonic fracture. The inflow of explosives into the useful volumes of the traps occurs due to the unloading in the mode of nadadiabatic expansion of the supercompressed deep fluids. Therefore, the zones of stretching / compression of the earth's crust control the distribution of zones of oil and gas accumulation.

A model of geological evolution of the Earth's crust DDP is developed, which provides that at the stages of tectonic inversion in the dynamic environment of interference of general platform collision compression and regional horizontal-shear stress field manifested five kinematic mechanisms of deformation of the rift structure:

- longitudinal elongation due to antithetical rotations of tectonic blocks along the rocker shifts of the same kinematics with the formation of compression zones;
- transverse extension through synthetic movements with rotation of blocks on rocker shifts of different kinematics with formation of geodynamic zones of compression;
- longitudinal elongation due to displacement with rotation in opposite directions of the blocks on a dynamically connected diagonal system of shifts of different kinematics and the formation of geodynamic tensile zones;
- "tectonic megabuilding" of large foundation blocks due to reciprocating movements between two subparallel systems of horizontal landslides;
- formation of a cover-folded system of tectonic pushing of geomas under external pressure of a megablock-stamp of the adjacent folded belt with reduction of geological space at non-sedimentary increase of a section.

It was found that due to the displacement and rotation of the geoblocks of the earth's crust due to tectonic spreading of geomass of rocks within them in opposite directions along the Verkhovtsy-Lgov deep fault, a regional axis of kinematic symmetry was formed. It controls the geodynamic process of spreading the earth's crust with the separation of two microplates with different kinematics of motion. The Western microplate (Chernihiv and Lokhvytsia segments) with left-hand kinematics and counterclockwise rotation of geoblocks moves to the northwest, but the Eastern (Izium segment and West-Donetsk Graben) with right-hand kinematics and geoblocks rotation half an hour clockwise. The process of tectonic inversion of the DDP is controlled by six linear zones of horizontal-shear control, formed over activated meridional faults. They form an intersegmental tectonic framework such as an advanced tectonic compression fan deployed to the north. This led to the formation of a trapezoidal geodynamic zone of the earth's crust in the central part of the paleorift, where the largest reserves in terms of reserves and hydrocarbons production of the Eastern Ukrainian oil and gas province.

The results of the dissertation research were introduced in the prospecting areas and fields of JSC "Ukrigasvydobuvannya" with a conditional economic efficiency of UAH 1,682,641.1 thousand. The main provisions of the dissertation were introduced by the author into the educational process of V. N. Karazin Kharkiv National University when teaching the discipline "Geological conditions for the formation of oil and gas fields"

Key words: Dnieper-Donetsk paleorift, planetary fracturing lattice, fault systems, tectonophysical methods, geodynamic mode, kinematic mechanism, rifting, tectonic inversion, zones of stretching and compression of the earth's crust, folded zones of inversion deformations.

АННОТАЦИЯ

Барташук А.В. Геодинамические условия нефтегазоносности Днепровско-Донецкого палеорифта. - Квалификационная научная работа на правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени доктора геологических наук по специальности 04.00.01- общая и региональная геология.- Институт Геологических Наук НАН Украины.- Киев, 2021.

Диссертация посвящена исследованию геодинамических условий нефтегазонакопления и структуроформирования в течение структурно-кинематической эволюции ДДП в фанерозое на основе оригинального комплекса геологических и непрямых тектонофизических, геофизических, дистанционных методов анализа дизъюнктивных и пликативных дислокаций. На примере ДДП установлены динамические обстановки, тектонические режимы и кинематические механизмы геологической эволюции континентальной земной коры.

Разработана научная теория деформационного структуроформирования и нефтегазонакопления в континентальных рифтогенных структурах, в соответствии с которой определяющим фактором их геологической эволюции является активизация систем разломов с формированием деформационного каркаса, сложенного реверсивным типом разломов. В течение этапов платформенного тектогенеза он контролирует процессы пластического тектонического течения геомас кристаллических и осадочных горных пород, которые вызывают трансформацию

разломно-блоковой тектоники в пликтивно-дислоцированную. Вследствие природного явления пространственно-временной инверсии геодинамических осей и генетических типов тектонической трещиноватости вдоль определенных азимутальных направлений образуются геологически закрытые системы разломов, синхронно в ортогональных к ним направлениях формируются открытые системы, которые служат путями восходящего тепломассопереноса и разгрузки глубинных ВВ-флюидов. В геодинамических зонах сжатия земной коры формируются складчатые площадные (приразломные и межразломные) и линейные (надразломные) зоны инверсионных деформаций, а на участках раздвигания геоблоков образуются геодинамические зоны растяжения, где формируются зоны нефтегазонакопления. Таким образом, зоны современного растяжения / сжатия земной коры контролируют распределение зон инверсионной складчатости и нефтегазоносности в недрах рифтогенных бассейнов.

Разработана модель геологической эволюции земной коры ДДП, которой предусмотрено, что этапы тектонической инверсии протекали в динамичной обстановке интерференции общеплатформного коллизионного сжатия и регионального горизонтально-сдвигового поля напряжений. Выяснено, что из-за раздвигания с вращением геоблоков земной коры за счет тектонического растекания геомас горных пород в их пределах в противоположных направлениях вдоль Верховцевско-Львовского глубинного разлома сформировалась региональная ось кинематической симметрии. Она контролирует геодинамический процесс спрединга земной коры с отделением двух микроплит с разноименной кинематикой движений. Западная микроплита (Черниговский и Лохвицкий сегменты) с левосторонней кинематикой и вращением геоблоков против часовой стрелки перемещается на северо-запад, одновременно Восточная (Изюмский сегмент и Западно-Донецкий грабен) с правосторонней кинематикой и вращением геоблоков по часовой стрелке перемещается на юго-восток. Процесс тектонической инверсии ДДП контролируется шестью линейными зонами горизонтально-сдвигового контроля, сформированными над активизированными меридиональными разломами. Они образуют межсегментный тектонический каркас типа передового тектонического веера сжатия, развернутого на север. Это обусловило формирование трапециевидной геодинамической зоны растяжения земной коры в центральной части палеорифта, где расположен крупнейший по запасам и добыче ВВ район Восточно-Украинский нефтегазоносной провинции.

Результаты диссертационного исследования внедрены на поисковых площадях и месторождениях ПАТ«Укргазвидобування» с условной экономической эффективностью 1 682 641,1 тыс. грн. Основные положения диссертации внедрены автором в учебный процесс Харьковского Национального Университета имени В. Н. Каразина при преподавании дисциплины «Геологические условия формирования месторождений нефти и газа».

Ключевые слова: Днепровско-Донецкий палеорифт, планетарная решетка трещиноватости, системы разломов, тектонофизических методы, геодинамический режим, кинематический механизм, рифтогенез, тектоническая инверсия, зоны растяжения/сжатия земной коры, складчатые зоны инверсионных деформаций.