

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА
на дисертаційну роботу
Фарфуляк Людмили Вікторівні
«Глибинна будова західної частини Скіфської плити за сучасними
сейсмічними даними»

На рецензію представлена робота Фарфуляк Л.В. «Глибинна будова західної частини Скіфської плити за сучасними сейсмічними даними», подану на здобуття наукового ступеня кандидата геологічних наук за спеціальністю 04.00.22 – геофізика.

Дисертація об'ємом 159 сторінок, включаючи 45 рисунків і 17 таблиць, складається зі вступу, шести розділів, висновків та списку використаних джерел з 257 найменувань. Дисертація написана українською мовою.

Актуальність роботи визначається тим, що геодинамічна позиція Скіфської мікроплити до цього часу не до кінця з'ясована і трактується по-різному: як частина Східноєвропейської платформи або як террейн Альпійсько-Гімалайського складчастого пояса. Дисертантом зроблено спробу обґрунтувати геодинамічні умови формування району досліджень на основі комплексної інтерпретація наявних даних глибинного сейсмічного зондування вздовж профілю DOBRE-5 та інших профілів ГСЗ. Профіль DOBRE-5, відпрацьований у 2011 році, орієнтований в широтному напрямку і має довжину понад 600 км.

Мета і завдання досліджень здобувачем сформульовані чітко і логічно.

Наукова новизна результатів викладена у п'яти пунктах. Найбільш значущими з них є наступні:

(1) В межах Скіфської мікроплити вперше за сучасними сейсмічними даними ГСЗ вздовж профілю DOBRE-5 виявлено нові сейсмічні границі. Зокрема, виділено похила сейсмічна границя у корі, яка пов'язується із зоною зчленування Східноєвропейської платформи та Скіфської мікроплити.

(2) Показано, що Скіфська мікроплита має таку ж тришарову структуру земної кори, як і Східноєвропейська платформа.

(3) Вперше встановлено, що похила сейсмічна границя в земній корі Скіфської мікроплити має середній кут нахилу 17° з падінням в південному напрямку.

(4) Вперше за результатами структурно-парагенетичної параметризації показано, що похила сейсмічна границя сформувалася в обстановці північно-північно-західного – південно-південно-східного стиснення і має складову зсуву.

Здобувач особисто приймав участь в польових дослідженнях при отриманні вихідних сейсмічних даних по профілю DOBRE-5 у 2011 році та в побудові геологічного розрізу, проведенні тектонічної та геодинамічної інтерпретації сейсмічної моделі профілю та виявленні нових сейсмічних границь. На основі застосованого структурно-парагенетичного методу тектонофізичного аналізу для структурно-кінематичної параметризації похилої сейсмічної границі та з'ясування напружено-деформованого стану Скіфської мікроплити дисертантом показано, що механізм поширення тектонічних

деформацій продовжує активно діяти від південних границь Скіфської мікроплити далеко у внутрішньоплитові області Східноєвропейської платформи.

Основні положення та результати роботи доповідались і пройшли апробацію в рамках різних конференцій, а також викладені у 10 опублікованих статтях, 1 монографії та в 11 тезах. Робота виконувалася у рамках п'яти наукових тем.

Розділ 1 «Геолого-геофізична вивченість західної частини Скіфської мікроплити» складається з трьох частин. В них окремо розглянуті геологічна вивченість району досліджень, вивченість району сейсмічними методами та тектонічні концепції формування Скіфської мікроплити та Чорноморського басейну.

Дисертантом наведений загальний нарис історії геологічного дослідження Кримського півострова та внесок різних дослідників у його вивчення. Крім того, окремо розглянуто вивченість регіону сейсмічними методами, починаючи з регіональних сейсмозвідувальних досліджень методами глибинного сейсмічного зондування в 60-ти роки минулого століття, а потім серії регіональних профілів МСГТ і сучасних профілів ГСЗ серії DOBRE, отриманих в останнє десятиліття.

Розділ містить багато інформації про історію геологічного і геофізичного вивчення регіону. У той же час хотілося б, щоб дисертантом більше уваги було приділено більш критичному аналізу результатів інтерпретації отриманих раніше геолого-геофізичних даних з точки зору побудови тектонічних та геодинамічних реконструкцій території досліджень.

Розділ 2 «Будова західної частини Скіфської мікроплити за геолого-геофізичними даними» складається з двох частин, які висвітлюють сучасні уявлення про положення та будову Скіфської мікроплити та складові тектонічні одиниці її західної української частини. Основну увагу автор приділяє будові осадового чохла в межах Скіфської мікроплити, що є закономірно, так як останній вивчений набагато повніше, ніж її глибинна частина. Наявність основних тектонічних елементів Скіфської мікроплити не викликає сумнівів. На жаль, в роботі не згадується авторство виділення суперечливих субмеридіональних Західно-Кримського та Одеського розломів та прогнозування їх геометрії.

Розділ 3 «Сейсмічні дані в межах західної частини Скіфської мікроплити, які отримані за методикою глибинного сейсмічного зондування» починається з опису технічних характеристик та польових умов зйомок за методикою глибинного сейсмічного зондування по лініях геотраверсу VI, профілю 26 (1966) та DOBRE-5 (2011), що є обов'язковим для написання робіт, присвячених результатам сейсмічних робіт. Не зовсім зрозумілим для опонента є підрозділ 3.3, в якому детально описується методика та технологія польових спостережень по VI геотраверсу. Тим більше, що в подальшому в дисертації ця інформація з точки зору аналізу або порівняння

методик та технологій проведення робіт ГСЗ ніяким чином не використовується.

Слід відзначити професійний опис методики та технології проведення польових сейсмічних спостережень вздовж профілю ДОБРЕ-5.

Розташування підрозділу 3.5.1 («Геологічні дані за стратиграфічним розчленуванням свердловин») у розділі 3 («Сейсмічні дані в межах західної частини СМ, які отримані за методикою глибинного сейсмічного зондування») виглядає невдалим. Доцільніше було б виділити спеціальний розділ, присвячений вхідним геологічним даним, які використовувались при побудові моделі вздовж ДОБРЕ-5. Інший варіант – назвати розділ 3 так, щоб ця назва відповідала інформації, що описується в ньому.

Для осадової частини моделі вздовж профілю DOBRE-5 (2011) був побудований геологічний розріз до глибини 5 км із залученням геологічних даних та даних ВСП свердловин, найближче розташованих до лінії профілю.

Зауваження до рис. 16 «Геологічний розріз по лінії сейсмічного профілю DOBRE-5». Автором допущена помилка в позначенні вертикального масштабу, який повинен бути в кілометрах, а не в метрах. Дуже незручно шукати рисунок, який розміщений через 9 сторінок після його згадки в тексті. Назви свердловин на рисунку наведені на англійській мові, що не узгоджується із загальною подачею дисертації українською мовою. На жаль, не наведено умовні позначення, про які можна тільки здогадуватися.

Розділ містить інформацію по стратифікації деяких свердловин, пробурених поблизу від профілю DOBRE-5. Точність стратифікації, з якою стикається автор, часто не співвідноситься з завданням роботи. Так, наприклад, планорбеловий горизонт, який згадується в багатьох свердловинах, навряд чи можна ідентифікувати на профілі. Тому хотілося б бачити більш уніфіковані стратони, якими автор оперує в подальшій інтерпретації.

Невдалим є назва підрозділу 3.5.2 («Сейсмічні дані отриманої 2Д моделі»). Скоріш за все автор мав на увазі «Вихідні сейсмічні дані для побудови геологічної (сейсмічної) моделі».

Хотілось би, щоб під час захисту автор прокоментував свої формулювання з підрозділу 3.5.2:

1. «Протягом більшої частини пунктів вибуху, перші вступи можуть бути пов'язані до 150 км зміщення (P_g фаза), а також приблизно 550 км (фази мантії)».

2. « P_{sed} прихід часто утворює розривні тимчасові криві з вертикальними пробілами (наприклад SP 15207), характерні для структур земної кори, що містять низько-швидкісні шари»

3. « P_g фаза - відбивається від консолідованого/кристалічного фундаменту, спостерігається в діапазоні 50-120 км і має уявну швидкість 5,5-5,8 км/с, виключаючи SP 15206, де з'являється швидкість яка сягає 6,2 км/с. У східній частині (SP 15207), фаза P_g з високою уявною швидкістю близько ~ 7 км/с.»

4. «Мантійні фази спостерігаються на відстанях більше ніж 120-150 км, із змінами в уявній швидкості в межах 8,2-8,3 км/с. Вони являють собою в

значній мірі відображеннями (P_n) Мохо. Чіткі високошвидкісні вступи з $V_{app} > 8,5$ км/с, спостерігаються для SP 15201 на відстані > 400 км, які можна інтерпретувати як відбиття від границі мантиї (P_1P).»

Скоріш за все дисертант недостатньо чітко сформулювала свої тези, тому для більшості науковців, скоріш за все, вони зовсім не зрозумілі. Однак, треба відзначити, що взагалі підрозділ 3.5.2 надає досить повне уявлення про типи хвиль, та їх параметри, які в подальшому використані автором для побудови геологічних, швидкісних та структурно-тектонічних моделей вздовж профілю ДОБРЕ-5.

Особливо треба відзначити підрозділи 3.5.3 та 3.5.4, що присвячені опису швидкісної моделі вздовж профілю ДОБРЕ-5 та геолого-тектонічній інтерпретації отриманого сейсмічного розрізу. Окремі речення стилістично неправильно побудовані, що скоріш за все пов'язано з неточним перекладом з англійської мови або російської мови. Окрім того, в підрозділі 3.5.4 повторюються відомості, які вже були наведені в попередніх підрозділах розділу 3. Однак абсолютно зрозуміло, що в результаті робіт дисертант отримав унікальні відомості про геологічну будову території досліджень, які дозволяють значно покращити реконструкції тектонічної історії не тільки Переддобруджи, Чорного моря та Криму, але і використати нову інформацію для розуміння глибинних геодинамічних процесів, що призвели до формування всього Чорноморського регіону.

З висновками до розділу 3 можна в цілому погодитись, але все ж таки звернемо увагу на деякі зауваження.

Автор стверджує, що в розділі 3 розглянуто в чому полягає різниця між польовим експериментом ГСЗ 1960-80-х рр., та сучасними роботами ГСЗ/WARR. Але в розділі 3 лише наведені дані про методику та технологію польових спостережень ГСЗ та сучасним ГСЗ/WARR; реального співставлення цих спостережень не надано. Дивно, але чітке співставлення цих досліджень зроблено в підрозділі «Висновки» до розділу 3. Текст такого співставлення доречно було б перенести з підрозділу Висновки в основне тіло розділу 3.

Дисертанту було б доцільніше в підрозділі «Висновки» більш чітко сформулювати основні результати, що отримані при побудові швидкісної та геологічної моделей.

Розділ 4. «Глибинна будова західної частини Скіфської мікроплити за результатами аналізу перетинів профілю DOBRE-5(2011) з профілями ГСЗ». В даному розділі викладені результати комплексної інтерпретації сучасних сейсмічних даних 1999 – 2013 рр. та геотраверсів 1960 – 1980 рр. Автор окремо розглянув зіставлення швидкісних розрізів вздовж профілю DOBRE-5 з профілями геотраверсів III, V, VI, 25, 28 та DOBRE-4 (2009). Аналіз швидкостей пружних хвиль в сейсмічних розрізах вздовж профілів DOBRE-5, DOBRE-4, DOBRE-2 та VRANCHEA-99 показав, що Скіфської мікроплиті притаманна тришарова швидкісна структура земної кори. Результати аналізу перетинів субширотного профілю DOBRE-5 з субмеридіональними профілями

ГСЗ підтверджують існування похилої сейсмічної границі та основну тенденцію її нахилу з півночі на південь.

Автором відмічається важлива річ: в товщі мезозою-кайнозою північно-західного шельфу Чорного моря Одеський розлом відсутній, що підтверджується отриманою сейсмічною моделлю уздовж профілю DOBRE-5.

Зауваження. В підрозділі 4.1 без якої-небудь вагомої причини повторюються відомості про глибини до фундаменту вздовж профілю ДОБРЕ-5. В розділі 4.2 надається детальна стратифікація розрізу північної Добруджі, яка так, чи інакше вже описувалась в розділах 2 та 3. Висновок про те, що тектонічний розвиток Північної Добруджі практично повністю відповідає етапам формування Скіфської мікроплити, який зроблений на основі літологічного опису різних стратиграфічних товщ цього тектонічного елементу, виглядає дивним, безпідставним та абсолютно необґрунтованим.

В підрозділі 4.1. надається дуже цікаве співставлення швидкісних розрізів отриманих вздовж профілю ДОБРЕ-5 та геотраверсу V, які є субпаралельними по відношенню один до одного. Це співставлення дуже добре відображає нову, надзвичайно корисну та більш детальну інформацію про будову земної кори СМ та її окремих тектонічних елементів, яку отримано за допомогою сучасних систем спостережень та обробки сейсмічних даних.

Взагалі, розділ 4 нелегкий для розуміння того, що в реальності зроблено самим дисертантом, а не попередніми дослідниками, а також не ясно які власне висновки з інтерпретації перетинів профілів зроблені автором самостійно.

В підрозділі 4.3 знову повторюється досить детальна інформація по результатах переінтерпретації матеріалів профілю 25 (Баранова и др., 2008, 2011; Козленко и др., 2013), але по матеріалах, викладених в цьому підрозділі не зовсім зрозуміло, які ж висновки можна зробити по результатах співставлення швидкісних моделей по профілям ДОБРЕ-5 та 25.

Хотілось би, щоб під час захисту дисертант пояснив причини та доцільність останнього речення з підрозділу 4.3: «Відповідно до робіт [Єрмаков та ін., 1985; Тектоника..., 1988] ОР утворився в ранньовендський час і розділяє фундамент осадового чохла на західну частину - венд-нижній девон і східну частину - пермські червоноколірні відклади.» Особливо з огляду на те, що в дисертації показано відсутність Одеського розлому в межах північно-західного шельфу.

Підрозділ 4.4, присвячений перетину профілю ДОБРЕ-5 з геотраверсом VI є найбільш невдалим у розділі 4. З тексту зрозумілі результати робіт по геотраверсу VI, отримані В.Б. Соллогубом, але якої-небудь нової інформації отриманої автором при аналізі перетину цього геотраверсу з профілем ДОБРЕ-5 не наводиться.

Основним висновком підрозділу 4.5, присвяченого аналізу перетину профілю ДОБРЕ-5 з геотраверсом III, є те, що «з відстані 300 км III геотраверсу до перетину з DOBRE-5(2011) спостерігаються сейсмічні відбиваючі площадки з невеликим кутом нахилу на південь. Вказані ознаки слугують підтвердженням існування ПСГ.» Скоріш за все висновок правильний, але його обґрунтуванню необхідно було б приділити більше уваги.

Хотілось би отримати від дисертанта визначення терміну «значена швидкість розповсюдження сейсмічних хвиль».

У розділі 4.7 автор стверджує, що різниці між структурою земної кори СМ і південною частиною СЄП не спостерігається, що узгоджується з моделями, відповідно до яких СМ можна представляти як перероблену кору СЄП. З іншого боку в наступному розділі 5 автор стверджує, що існування похилонаклонної границі – узгоджується з моделлю Юдина. Але це дві абсолютно протилежні моделі. Тому не зрозуміло, яку ж модель автор дисертації вважає за краще, якщо вона своїми даними підтверджує дві моделі.

Не заперечуючи важливість висновків зроблених дисертантом в кінці розділу 4, хотілось би ці загальні висновки були викладеними більш чітко.

Рис. 22, який ілюструє перетин профілів DOBRE-5 та DOBRE-4, складний для сприйняття, так як ракурс подачі моделі подано невдало, тим більше за відсутності вказаних сторін світу.

Нажаль, у дисертації немає чіткого роз'яснення віку комплексів порід, які відповідають швидкісним полям. Особливо для тієї частини розрізу, яка не розкрита свердловинами. Є посилання на роботи попередників, але наскільки вірні їх припущення дисертант критично не розглядає.

Розділ. 5. «Похила сейсмічна границя – структурно-швидкісний елемент двовимірної моделі вздовж профілю DOBRE-5(2011)».

В даному розділі надане добре обґрунтоване трактування тектонічної природи утворення похилої сейсмічної границі, яка простежується уздовж 400 км та перетинає під крейдяно-кайнозойським чохлам усю земну кору і на значному своєму відрізку збігається з похилою поверхнею Мохо. З огляду на доводи, наведені дисертантом, не визиває сумніву, що ПСГ є потужною зоною дезінтеграції, тобто має явно тектонічну природу. Дуже важливим я розуміння природи похило-спрямованої границі є свідчення, які надані автором для доказу того, що істинний нахил ПСГ має південний-південно-східний напрямок, а також проведений автором розрахунок істинного куту нахилу цієї границі. На основі всіх даних автором переконливо показано, що ПСГ - поверхня глибинного розлому лістричного типу. Можна погодитись з автором, що цей розлом розділяє Східно-Європейську платформу та Скіфську плиту, але це питання ще потребує подальших досліджень. Не виключено, що цей розлом просто відображає відгук кори Східно-Європейської платформи на розтяг земної кори під час ранньокрейдового рифтогенезу в чорноморському регіоні, під час якого почав формуватися в тому числі і Каркінітський рифтовий прогин. На жаль, зв'язок ПСГ з процесами рифтингу автор безпідставно відмітає. Основний довід автора - це полого падіння ($<45^\circ$) ПСГ, що автором пов'язується скоріше з насупом або підсупом, тобто зі стисненням, а не розтягом. Але на Землі існує багато прикладів рифтових басейнів, обмежених лістричними розломами, формування яких обумовлено розтягом земної кори. Не виключенням є і територія України, де скажімо за даними профілю DOBRE-2000/2001 показано, що формування рифтового басейну на території сучасної Донецької складчастої споруди та півночі Приазовського басейну відбувалось

вздовж корового лістричного розлому. Під час фаз стиснення у мезо-кайнозої вздовж цього лістричного розлому проходили реверсивні рухи, які й привели до формування складок у Донбасі. Навіть просте співставлення швидкісної та структурної моделей по профілю ДОБРЕ-2000/2001 через Донбас (аж до границі Мохо) з розрізами отриманими автором по профілю ДОБРЕ-5 та іншим геотраверсам та профілям ГСЗ свідчить про подібність тектонічної природи ПСГ з розломом, що з півдня обмежує рифтовий басейн у Донбасі.

Автор дисертаційної роботи тектонічну природу ПСГ пояснює з точки зору моделі Юдіна. Згідно цієї моделі північна частина чорноморського регіону сформувалась в результаті закриття океану Палеотетис під час колізії Кримського, Скіфського, Туранського та інших террейнів. Колізія різних теренів призвело до утворення Донецької, Таганрозької і Північно-Кримської колізійних сутур. Слід зазначити, що модель Юдіна не знаходить підтвердження за результатами польових геологічних спостережень, буріння та геофізичних досліджень у Чорному морі та на суходолі чорноморського регіону. Більше того, ця модель знаходиться у явному протиріччі з усіма сучасними тектонічними та геодинамічними моделями всього чорноморського регіону.

Дані підрахунки показали, що ця границя падає на південь – південний схід з середнім кутом нахилу 17° , а в приповерхневих горизонтах до 38° .

Внаслідок того, що профіль DOBRE-5 має приблизно повздовжнє положення по відношенню до Скіфської мікроплити, визначення її просторово-кінематичних параметрів за характером її проекції на площину профілю є досить проблематичним. Проте, використовуючи можливості графічного аналізу на стереографічних сітках і залучаючи відомі дані про будову регіону, дисертантом визначені умови залягання цієї зони і виконана реконструкція кінематичних ситуацій її формування.

Розділ 6 «Сейсмічність Скіфської мікроплити».

Обґрунтовані та підтверджені геолого-геофізичні критерії виділення потенційно небезпечних сейсмогенних зон і активізованих тектонічних структур слабосейсмічних платформних областей на основі аналізу місцевої сейсмічності Скіфської мікроплити.

Цікавий розділ, який достойний окремої дисертаційної роботи.

Автор встановлює «Просторовий зв'язок сейсмічності з геологічними структурами вздовж профілю DOBRE-5 (рис. 45).

Показано просторовий розподіл морських епіцентрів землетрусів північно-західного шельфу Чорного моря, які витягнуті уздовж діагонального північно-східного напрямку, паралельно береговій лінії, що може свідчити про розрядку тектонічної енергії та активізацію зони зчленування ССП та СМ в 30-100 кілометровій зоні о. Зміїний.

На жаль висновки до розділу сформульовані не дуже чітко.

Висновки, якими завершується дисертаційна робота, є досить розгорнутими, такими, що впливають зі змісту роботи та слугують віддзеркаленням її основних результатів.

Виходячи з аналізу основної частини дисертації, можна зробити підсумок, що мета дисертаційної роботи в ході виконання дослідження була досягнута, а дисертація є завершеною науковою кваліфікаційною працею.

Спрямованість науково-практичних конференцій, де відбувалася апробація дисертаційного дослідження, кількість і характер статей дисертанта, в яких відображено положення дисертації і результати проведених досліджень, відповідає вимогам ДАК України та «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника».

Ознайомлення з текстом автореферату дисертації дає підстави стверджувати, що за структурою та змістом він відповідає вимогам, що ставляться МОН України. У тексті автореферату відображено основні положення, зміст, результати і висновки здійсненого Л.В.Фарфуляк дисертаційного дослідження. Зміст автореферату та основні положення дисертації є ідентичними.

Наведені зауваження не є занадто принциповими.

Тому вважаю, що дисертаційна робота Л.В.Фарфуляк цілком відповідає вимогам Вищої атестаційної комісії України до оформлення дисертацій та авторефератів дисертацій, що подаються на здобуття наукового ступеня кандидата наук. Вона є завершеною науковою роботою.

Автор дисертаційної роботи Л.В.Фарфуляк заслуговує на присудження ступеня кандидата геологічних наук за вказаною спеціальністю.

Рецензент

кандидат геолого-мінералогічних наук,
заступник головного геолога
ТОВ СПК-ГЕО

О.І.Хрящевська

Підпис О.І. Хрящевської засвідчую:

Доктор геологічних наук
Директор ТОВ СПК-ГЕО

С.М. Стовба