

## **ВІДГУК**

### **офіційного опонента**

на дисертаційну роботу Амашукелі Тетяни Аркадіївни  
«Структура літосфери південно-західної окраїни Східноєвропейської  
платформи за новітніми профілями ГСЗ»,  
подану на здобуття наукового ступеня кандидата геологічних наук  
за спеціальністю 04.00.22 – геофізика

### **Актуальність дисертаційної роботи та практичне значення отриманих результатів.**

Дисертаційна робота присвячена дослідженню структури літосфери південно-західної окраїни Східноєвропейської платформи на основі експериментальних сейсмічних даних отриманих методом глибинного сейсмічного зондування по профілю RomUkrSeis. Робота виконана у відділі сейсмічної небезпеки Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України в рамках 14 бюджетних науково-дослідних тем.

Дослідження тектонічної будови в межах південно-західної окраїни СЄП є важливими для розуміння геодинамічних процесів, що сформували літосферу в регіоні. На території України південно-західну окраїну СЄП перетинають геотраверс II, профіль PANCAKE та, частково, профіль DOBRE-4. У серпні 2014 року Інститутом геофізики НАНУ разом з Інститутом геофізики Польської академії наук виконаний методом глибинного сейсмічного зондування новий профіль RomUkrSeis. Використання при дослідженнях на сучасних профілях більш досконалих технологій при проведенні польових спостережень та інтерпретації одержаних даних дали змогу суттєво підвищити кількість та якість одержаної інформації стосовно будови земної кори і верхньої мантії до глибини 60–65 км. Геолого-тектонічна інтерпретація даних глибинного сейсмічного зондування вздовж профілю RomUkrSeis і додаткова інтерпретація профілів ГСЗ на території України та поза її межами, що перетинають південно-західну окраїну СЄП, дозволяють отримати новий матеріал, необхідний для дослідження структури літосфери.

Дисертаційна робота доповнює сучасні уявлення про будову земної кори і верхньої мантії південно-західної окраїни СЄП на території України. Отримані результати можуть використовуватися для побудови глибинних геологічних та геотектонічних моделей, а також для пояснення геодинамічних процесів у межах регіону дослідження. Швидкісні характеристики порід та повнота знань про глибинну будову геологічного середовища і геодинамічні процеси, які в ньому відбуваються, можуть бути використані при пошукових роботах для розвитку мінерально-сировинної бази країни. Результати дисертаційної роботи застосовуються у дослідженнях Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України та можуть використовуватись при викладанні геологічних дисциплін у вищих учбових закладах.

**Наукова новизна.** Автором отримано наступні нові результати:

1) Отримано нові експериментальні дані методом глибинного сейсмічного зондування за профілем RomUkrSeis з використанням узагальненого геологічного розрізу та всієї наявної геолого-геофізичної інформації.

2) Вперше виконано побудову та геологічну інтерпретацію швидкісної моделі за профілем RomUkrSeis. Виявлено на південно-західній окраїні СЄП двошаровий осадовий прогин: верхній шар до глибини 5 км зі швидкостями повздовжніх хвиль до  $\sim 4,9$  км/с є складовою частиною Карпатської покривно-насувної споруди, нижній – до глибини 15 км зі швидкостями  $\sim 5,35$  км/с являє собою палеозойсько-мезозойські відклади.

3) Вперше на швидкісній моделі за профілем RomUkrSeis під осадовим прогином на окраїні СЄП (на глибині від 10 до 40 км) виявлено знижені швидкості повздовжніх хвиль ( $6,2$ – $6,3$  км/с), які розповсюджуються на всю потужність кори. Понижені значення швидкостей повздовжніх хвиль, геофізичні аномалії та структура кори в цій області можуть свідчити на користь її розуцільнення та розтягу.

4) Обґрунтовано глибинну природу Передкарпатського розлому (найбільш виразного розлому південно-західної окраїни СЄП) за профілями RomUkrSeis і PANCAKE та встановлено його просторовий зв'язок зі структурою розділу Мохо.

5) Підтверджено, що для швидкісних моделей за профілями ГСЗ, які перетинають південно-західну окраїну СЄП характерні наступні спільні риси: наявність осадових прогинів та зміна потужності кори на окраїні платформи; складний рельєф поверхні Мохо. Крім спільних рис на профілі RomUkrSeis виявлено наявність кіля на границі Мохо, який розділяє кору різної потужності.

**Повнота викладу наукових положень, висновків і рекомендацій в опублікованих працях.** Повнота викладу наукових положень, висновків і рекомендацій в опублікованих працях достатня з огляду на встановлені вимоги. Основні результати та висновки викладені в дисертаційній роботі, опубліковані в журналах, які входять до затвердженого МОН Переліку наукових фахових видань України в межах спеціальності наук про Землю, та іноземних виданнях. За темою дисертації автором опубліковано 21 наукову працю: 10 статей, із них 7 статей індексується у міжнародній наукометричній базі Web of Science, з яких 1 стаття – у базі SCOPUS з квантилем Q1, та 11 матеріалів та тез доповідей на міжнародних конференціях.

**Оцінка змісту, стилю та мови дисертаційної роботи, її завершеності та оформлення.** Робота виконана гарною українською мовою з дотриманням норм наукової етики. Оформлення відповідає встановленим нормам, робота гарно проілюстрована. Дисертація викладена на 169 сторінках машинописного тексту, складається з анотації, вступу, 5 розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та 3 додатків. Обсяг основного тексту дисертації складає 131 сторінки друкованого тексту. Робота ілюстрована 40 рисунками та 1 таблицею.

У **вступі** автором викладено загальну характеристику роботи, обґрунтовується вибір теми дослідження, формулюється мета та основні завдання, вказується наукова новизна отриманих результатів, їх практичне застосування та особистий внесок здобувача.

**Перший** розділ присвячено огляду сучасних уявлень про будову літосфери південно-західної окраїни СЄП, геофізичної вивченості території досліджень за магнітними, гравіметричними та даними теплового поля, електричними методами та методом магнітотелуричного зондування, сейсмотомографії. Представлено матеріал щодо дослідження окраїни СЄП та пов'язаної з нею зона Тейсейра-Торнквіста за сучасними глибинними профілями ГСЗ та профілями СГТ.

У **другому** розділі викладено результати дослідження літосфери південно-західної окраїни СЄП за профілем RomUkrSeis. Вихідні сейсмічні дані по профілю RomUkrSeis були отримані при безпосередній участі дисертанта в польових дослідженнях. Із залученням геологічних карт та даних по свердловинам здобувач побудувала геологічний розріз, який було використано для вихідної моделі вздовж профілю RomUkrSeis. У розділі представлено аналіз швидкісної моделі за профілем та її геолого-тектонічна інтерпретація з урахуванням геолого-геофізичної інформації в межах регіону дослідження. Виявлено на південно-західній окраїні СЄП двошаровий осадовий прогин: верхній шар зі швидкостями повздовжніх хвиль до  $\sim 4,9$  км/с є складовою частиною Карпатської покривно-насувної споруди, нижній – зі швидкостями  $\sim 5,35$  км/с являє собою палеозойсько-мезозойські відклади. Обґрунтовано глибинну природу Передкарпатського розлому за профілем RomUkrSeis із залученням профілю СГТ Р-5 та встановлено його просторовий зв'язок зі структурою розділу Мохо. Під осадовим прогином на окраїні СЄП (на глибині від 10 до 40 км) виявлено знижені швидкості повздовжніх хвиль (6,2–6,3 км/с), які розповсюджуються на всю потужність кори. Понижені значення швидкостей повздовжніх хвиль, геофізичні аномалії

та структура кори в цій області можуть свідчити на користь її розущільнення та розтягу.

У **третьому** розділі проведено порівняння структури літосфери за профілями, що перетинають країну СЄП на території України, Польщі та Румунії. Порівняльний аналіз сейсмічних моделей за профілями ГСЗ, які перетинають південно-західну країну СЄП показує, що країна платформи по простяганню має змінну структуру, ширину і еволюцію. При цьому виділяється ряд спільних рис в її будові: утворення осадових прогинів різного віку на країні платформи; переважно низькошвидкісна кора та значні зміни глибини Мохо в області ТТЗ. Спільною рисою рельєфу Мохо для усіх профілів є його заглиблення в сегменті ТТЗ від 25–35 км до більш ніж 40 км в межах СЄП. Крім спільних рис на профілі RomUkrSeis виявлено наявність кіля на границі Мохо, який розділяє кору різної потужності. Така виразна кильова структура на поверхні Мохо, яка виділяється на швидкісній моделі за профілем RomUkrSeis, зазвичай не спостерігається на інших профілях, які перетинають країну СЄП та ТТЗ на північ від Карпат.

У **четвертому** розділі представлено просторовий розподіл вогнищ землетрусів з метою дослідження їх сучасної активності. І хоча СЄП відноситься до регіонів зі слабкою сейсмічною активністю, показано, що давня платформа також зазнає сучасних деформацій, які є більш вираженими саме на її країні. Сейсмічність південно-західної країни СЄП визначається як глобальною, так і локальною тектонічною активністю. Глобальна складова пов'язана з близькістю потужного Середземноморсько-Альпійсько-Гімалайського-Трансазійського сейсмоактивного поясу. Локальна складова сейсмотектонічного процесу обумовлена сучасною активністю розломних зон регіонального масштабу. Практично на всій території південно-західного регіону СЄП також відчуваються потужні підкорові землетруси із сейсмоактивної зони Вранча в Румунії.

**П'ятий** розділ дисертаційної роботи носить дискусійний характер та представляє деякі аспекти тектонічного розвитку окраїни СЄП на основі швидкісної та інтерпретаційної моделі із залученням геолого-геофізичної інформації. Для виявлення особливостей структури літосфери окраїни СЄП співставлено будову земної кори по профілю RomUkrSeis з рельєфом покрівлі астеносфери. Потужність літосфери по профілю RomUkrSeis змінюється із заходу на схід від 60 до 200 км. На відстані 220 км по профілю спостерігається поступове потовщення літосфери. В районі 300 км відбувається досить різкий стрибок вниз, після чого літосфера досягає своїх максимальних глибин – до 200 км – під СЄП. У перехідній зоні спостерігаються зміни і у геофізичних полях: різка негативна гравітаційна аномалія; перехід від спокійного до більш диференційованого магнітного поля; зниження теплового потоку в бік СЄП. Зміна потужності літосфери, що спостерігається в межах ТТЗ, свідчить про визначальну роль цієї літосферної границі у розвитку південно-західної окраїни СЄП та формуванні Українських Карпат.

Дисертаційна робота Амашукелі Т.А. та її автореферат оформлені належним чином та проілюстровані графічним матеріалом. Автореферат дисертації відповідає змісту і основним положенням дисертаційної роботи.

#### **Дискусійні положення, зауваження та рекомендації.**

Незважаючи на загальний достатньо високий рівень роботи у опонента є зауваження і побажання як до роботи в цілому, так і до окремих розділів і положень наукової новизни. Вони в більшості мають редакційний і термінологічний характер.

Зокрема дивним виглядає початок п.1 наукової новизни «Вперше отримано нові експериментальні дані методом глибинного сейсмічного зондування». Подібні роботи тільки Інститутом геофізики НАНУ проводяться десятки років. Мабуть автор мала на увазі, що це вперше зроблено в межах конкретного профілю, що й підтверджується у висновках до роботи.

У висновках до розділу 1 і у загальній характеристиці роботи декларативно звучить фраза, що «Повнота знань про глибинну будову геологічного середовища і геодинамічні процеси, які в ньому відбуваються необхідні при пошукових роботах для розвитку мінерально-сировинної бази країни...». Ніяких конкретних пропозицій і рекомендацій щодо використання результатів роботи з цією метою при цьому дисертанткою не наведено.

Найбільш цінними, на думку опонента, є 2-й і 3-й розділи. Як побажання тут хотілось би більше почути про основні алгоритми обробки та інтерпретації даних а також про точність отриманих побудов.

В роботі наведено технічні дані сейсмічних експериментів про кількість записуючих станцій та проведених вибухів за профілями PANCAKE, DOBRE-4 та RomUkrSeis, але не згадується ні методика спостережень, ні основні типи хвиль, на фіксацію яких ця методика спрямована. Дисертантка використовує термін «новітні профілі ГСЗ» і не пояснює, яка різниця між ними та звичайними (старими) профілями ГСЗ. При цьому, «новітні» винесено у назву роботи, а в тексті, в основному, використовується спрощений варіант – профілі ГСЗ. На мою думку, це – помилка, бо правильна назва таких досліджень – ширококутні сейсмічні дослідження за відбитими та заломленими хвилями. Цікаво, що в опублікованих роботах авторка використовує саме таку назву. Так само і в дисертаціях, що захищались в Інституті геофізики за матеріалами профілів PANCAKE та DOBRE-4, використовувалась правильна термінологія.

Основні здобутки дисертантки отримані на основі аналізу швидкісних неоднорідностей розрізу, які розраховані завдяки застосуванню ширококутної методики сейсмічних спостережень, тому бажано було б приділити в роботі їй деяку увагу та пояснити відмінності та переваги у порівнянні з профілюванням ГСЗ.

У третьому розділі є зауваження до оформлення рисунків. Так до рис.3.5 немає переліку умовних позначень, а на рис.3.9(б) приведено:

«модель земної кори і верхньої мантії за профілем DOBRE-4 за даними ГСЗ», тоді як глибина моделі складає 7 км і мантії на ній, звичайно, не видно.

В розділі 4 описується сейсмічність південно-західної окраїни Східноєвропейської платформи але яким чином це пов'язано із основною метою даної роботи не зрозуміло. Наведений в додатку 3 каталог землетрусів включає всього декілька десятків сейсмічних подій за значний період часу, включно з історичними, хоча тільки за даними ГЦСК їх відбувається в цьому районі десятки щороку. Висновки до цього розділу є загальновідомими

Розділ 5 сама авторка роботи називає дискусійним але з ким вона веде дискусію і в чому полягає оригінальність її висновків із тексту роботи зрозуміти важко?

**Загальний висновок.** Незважаючи на наведені зауваження і побажання, дисертація «Структура літосфери південно-західної окраїни Східноєвропейської платформи за новітніми профілями ГСЗ» є завершеним науковим дослідженням, відповідає всім вимогам пп. 9, 11, 12, 13, 14 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 року №567 (зі змінами), а також вимогам наказу №40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» та інших нормативних актів МОН України, які висуваються до кандидатських дисертацій, містить наукову новизну, має практичне значення, а сама Амашукелі Тетяна Аркадіївна заслуговує присудження наукового ступеня кандидата геологічних наук за спеціальністю 04.00.22 – геофізика.

**Офіційний опонент**

Директор ННІ «Інститут геології»  
Київського національного університету  
імені Тараса Шевченка,  
доктор геологічних наук, професор,  
Заслужений працівник освіти України



Вижва С.А.