

ВІДГУК

офіційного опонента Маслова Б. П. на дисертацію Гриня Дмитра Миколайовича **Метод визначення розломно-блокової структури геологічного середовища за даними сейсморозвідки**, що представлена на здобуття наукового ступеня доктора фізико-математичних наук за спеціальністю 04.00.22 – геофізика

Дисертаційна робота присвячена створенню нового методу виділення годографів із слабкою енергією відбитих хвиль і визначенню їхньої істинної форми. Ці годографи можуть використовуватись для побудови швидкісних моделей, від їх кількості та якості залежить якість аналізу кінцевої оберненої задачі. Сучасною світовою тенденцією є створення сейсмічних глибинних градієнтно-шаруватих швидкісних розрізів без розломів. Такого типу безрозломні моделі з обмеженою точністю їх просторового розміщення надають недостатньо детальну для подальшої геодинамічної та тектонічної інтерпретації. Здебільшого розломна будова Земної кори відтворена з використанням інформації, отриманої на її поверхні геологічного обстеження надрозломних територій, або приповерхневих геофізичних методів спостереження за різними фізичними полями. Ці поля використовують для моделювання можливого просторового розташування розломних структур. Отже, побудова глибинних розломів з урахуванням будови кори та мантиї є **актуальною проблемою геофізики**.

Проблематичність виявлення розломів у сейсмічних даних пояснюється невисокою роздільною здатністю кінематичної сейсміки, енергетично слабким відбиттям від міжрозломного заповнювача, великими кутами падіння, зашумленням різними неоднорідними завадами. Тому постає необхідність у розробці методів, які б завдяки видаленню хвиль-завад підвищували роль слабких корисних хвиль. Адже саме вони містять в собі інформацію про особливості геологічної будови. Автор вважає, що для цього необхідно використовувати математичний апарат без нелінійних процедур, який може мінімізувати вплив методичних помилок. В дисертації пропонується перейти до найбільш зрозумілого способу представлення геологічної будови – форми підземних об'єктів. Для цього розроблено об'єктно-орієнтований метод, який представляє геологічний розріз у вигляді монолітних блоків, розломних структур та міжблокового заповнювача. Такий підхід дозволяє використовувати результати роботи не тільки у вирішенні фундаментальних задач, а й широкого спектра прикладних.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана за наступними науковими темами у відповідності з науковою тематикою:

1) відділу регіональних проблем геофізики ІГФ НАН України: «Вивчення глибинної будови та геодинамічного розвитку літосфери північно-західного шельфу Чорного моря та південно-західної частини Східно-Європейської платформи у зв'язку з перспективами нафтогазоносності» (2008), Но держ.

реєстрації 0108U004822; «Геофізичні дослідження літосфери зони зчленування Східно-Європейської та Західно-Європейської платформ у зв'язку з перспективами нафтогазоносності» (2009), No держ. реєстрації 0109U002947; «Геофізичні дослідження глибинної будови і геодинаміки літосфери зони зчленування Східно-Європейської платформи та Скіфської плити для оцінки перспектив нафтогазоносності» (2009–2013), No держ. реєстрації 0109U000103; «Сейсмічні дослідження земної кори і верхньої мантії Землі північно-західного шельфу Чорного моря у зв'язку з перспективами нафтогазоносності (проект DOBRE-5)» (2010), No держ. реєстрації 0110U006596; «Геодинамічний розвиток літосфери України та формування і розміщення родовищ корисних копалин (2012–2016)», No держ. реєстрації 0112U003044; «Сейсмічні дослідження літосфери Центрального та Північного регіонів України для оцінки перспектив нафтогазоносності (GEORIFT)» (2012–2016), No держ. Реєстрації 0112U003450; «Геофізичні дослідження глибинної будови, еволюції та геодинаміки Азово-Чорноморського регіону України та Криму у зв'язку з оцінкою перспектив нафтогазоносності (2014–2018)», No держ. реєстрації 0114U000234; «Сейсмічні та геофізичні спостереження на платформній частині території України у 2014–2018 рр.», No держ. реєстрації 0114U000231; «Узагальнення та аналіз геофізичних даних для Східно-Європейської та Західно-Європейської платформ України» (2017), No держ. Реєстрації 0117U000779; «Геофізичні дослідження глибинної будови, еволюції та геодинаміки зони зчленування Східно-Європейської та Західно-Європейської платформ (TESZ – Транс-Європейська структурна зона) у зв'язку з прогнозом пошуків корисних копалин» (2019–2023) No держ. Реєстрації 0119U000076; «Створення геолого-геофізичних моделей літосфери зони зчленування Східно-Європейської та Західно-Європейської платформ України» (2020), No держ. реєстрації 0120U102470;

2) відділу сейсмічної небезпеки ІГФ НАН України за наступними науковими темами: «Геофізичний моніторинг геодинамічних процесів на території України у зв'язку з вирішенням проблем екологічної та сейсмічної небезпеки» (2012–2016), No держ. реєстрації 0112U003046; «Геофізичні дослідження будови і динаміки геологічного середовища для зниження небезпеки від загрозливих явищ ендегенного походження на території України та Росії» (2012–2016), No держ. реєстрації 0112U003451; «Сейсмічні та геофізичні спостереження на платформній частині території України у 2014–2018 рр.», No держ. реєстрації 0114U000231; «Сейсмічні та геофізичні спостереження на платформній частині території України у 2019–2023 рр.», No держ. реєстрації 0119U000078; 3) конкурсних робіт: «Розробка методики та модернізація програмного забезпечення для обробки даних 3D-сейсморозвідувальних спостережень в умовах малоглибинного розрізу та розробка елементів методики інтерпретації, прогнозу газонасиченості порід в умовах тонкошаруватого розрізу Донбасу» (2008–2012), No держ. реєстрації 0111U003415; «Вдосконалення програмного забезпечення обробки просторових сейсмічних спостережень з урахуванням особливостей будови приповерхневого геологічного розрізу Донбасу» (2013–2015), No держ. реєстрації 0113U000978; «Створення техніко-технологічного

сейсмічного комплексу для інженерних геолого-геофізичних досліджень» (2016), No держ. реєстрації 0116U003999; «Створення дослідного зразка сейсмічного комплексу для вивчення верхньої частини геологічного розрізу» (2017), No держ. реєстрації 0116U003999; «Створення програмно-апаратного сейсмічного комплексу для розв'язку фундаментальних та прикладних задач геофізики» (2018), No держ. реєстрації 0118U001749; «Створення багатофункціонального апаратно-методичного сейсмічного комплексу» (2019), No держ. реєстрації 0119U002818; 4) прикладні робіт: «Виконання геофізичних робіт на майданчику будівництва висотної локальної споруди (о. Зміїний) в заданих точках із глибиною зондування до 20 метрів» (2018 р.), No держ. реєстрації 0117U000774; «Надання науково-технічних послуг з аналізу геотехнічної підоснови ґрунту південної частини о. Зміїний Вилківської міської ради Кілійського району Одеської області» (2018 р.), No держ. реєстрації 0118U005253.

Метою дослідження є розробка високороздільного методу визначення розломно-блокової структури геологічного середовища за сейсмічними даними для вирішення прикладних і фундаментальних задач геофізики.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у наступному:

1. Розроблено спектральний метод визначення фізичних параметрів середовища з високою дискретністю за глибиною (часом), яка відповідає дискретності сейсмічного запису, вперше дає можливість вивчати дрібні деталі будови геологічного середовища навіть на великих глибинах.
2. Запропоновано комплекс методів, який дає змогу суттєво зменшити енергетичну складову хвиль-завад різного походження, зокрема і методичного, які виникають при використанні обмежених у часі функцій, а також використовувати сейсмічні записи з низьким рівнем корисного сигналу.
3. Вперше за допомогою методу визначення розломно-блокової структури за сейсмічними даними відтворена і пояснена будова осадового чохла, кори і коромантійної суміші, яка знаходиться на глибині 35 км. Пояснено відмінності у формування різних частин Донецької складчастої споруди.
4. Вперше проведено порівняльний аналіз моделей середовища, які побудовані за однією теорією, але представляють різні фізичні властивості ґрунтів. Використано швидкісну модель, кінематичну (відбиваючі границі) і модель поглинальних властивостей середовища, представлену в розломно-блоковому вигляді. Встановлено причини виникнення розбіжностей між ними у вигляді швидкісних аномалій.
5. Запропоновано методику адаптивної технології проведення сейсмічних спостережень. Її використання дає змогу отримати високоякісні сейсмічні дані (під час польових робіт) для визначення дисипативних параметрів середовища.
6. Запропоновано метод виявлення та продовження в часі слабких годографів відбитих від глибинних горизонтів хвиль. Використання методу дозволило зменшити зону невпевненої глибинної інтерпретації під Азовським і Чорним морями.

7. Для вирішення прикладних задач запропоновано автоматизований пошук на тонкошарових вуглевмісних шахтних полях розломів та монолітних структур за даними просторових поглинальних властивостей тривимірного середовища, використовуючи властивості wavelet-перетворення виявляти нестационарні явища в стаціонарних хвильових полях.

Практичне значення отриманих результатів. Результати дисертаційної роботи мають широкий спектр використання – від інженерної геофізики до пояснення глибинної будови Землі. Розроблений метод використовується для вивчення будови складних геологічних об'єктів з великою кількістю геологічних шарів, блоків, складок, тріщин, розривних порушень (тектонічних скидів, зсувів, насувів). Більшість сучасних профілів ГСЗ перетнули нафтогазоносні області України і мають багато спільного – товстий осадовий чохол, де накопичуються вуглеводні, тонку розущільнену розломами кору, наявність високошвидкісного тіла. Детально вивчаючи мантійно-корову будову запропонованим методом можна пояснити глибинні причини утворення родовищ і шляхи міграції вуглеводнів у верхні, осадові, породи. Метод дає змогу детально вивчати вертикальні, або близькі до вертикальних, геологічні об'єкти розломного типу, використовуючи сейсмічні дані. Вирішення такої задачі є важливим, оскільки 94 % родовищ і рудопроявів пов'язані саме з зонами розломів. Дані про глибинність та протяжність розривних порушень необхідні для визначення сейсмічності регіонів і встановлення рівня сейсмічної небезпеки, особливо на платформній малодослідженій частині України.

Апробація результатів дисертації. Основні положення і результати дисертаційної доповідались на наступних наукових конференціях і симпозіумах:

Всеукраїнська наукова конференція «Моніторинг небезпечних геологічних процесів та екологічного стану» Київ, 2006; Models of the Earth's crust and upper mantle, VSEGEI, St. Petersburg, 2007; Tenth. Geoph. Reading by Fedynsky V.V. name, Moscow, 2008; Всероссийская конференция «Дегазация Земли: геомеханика, геофлюиды, нефть, газ и их парагенезы», Москва, 22–25 апреля 2008 г.; 3-я Международная научно-практическая конференция «Современные методы сейсморазведки при поисках месторождений нефти и газа в условиях сложнопостроенный структур», Крым, г. Феодосия, 16–22 сентября 2012 г.; The 33rd General Assembly of the European Seismological Commission (GA ESC 2012), Russia Moscow, Moscow-Obninsk 19–24 August 2012; The 15th International Symposium on Deep Seismic Profiling of the Continents and Their Margins «SEISMIX 2012», (China, Beijing, 16–20 September 2012); European Geosciences Union General Assembly 2013 (Austria, Vienna, 07–12 April 2013) ; 16th SEISMIX International Symposium (Spain, Barcelona–Castelldefels, 12–17 October 2014); Final symposium «Evolution of the Black Sea to Central Asia Tethyan Realm since the Late Paleozoic», Paris, France, December 8–9, 2014; 17th International SEISMIX Symposium, Macdonald Aviemore Resort, Aviemore, Scotland, 15–20 May 2016; European Geosciences Union General Assembly 2017, 23–28 April, Vienna, Austria; III міжнародна наукова конференція, м. Київ, 3–5 жовтня 2017 р.;

наукова конференція, присвяченої 100-річному ювілею Національної академії наук та Геологічної служби України, 2–4 жовтня 2018 р.; 18th International SEISMIX Symposium Seismology between the Poles, 17–22 June 2018, Cracow, Poland; European Geosciences Union General Assembly 2019 Vienna, Austria, 7–12 April 2019; SEISMIX 2020 –19th International Symposium on Deep Seismic Profiling of the Continents and their Margins, 15–20 March 2020, Perth, Australia; European Geosciences Union General Assembly, 4–8 May 2020.

Структура й обсяг дисертації. Робота виконана на 332 сторінках машинописного тексту, складається з анотації, вступу, 6 розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та 2 додатків. Обсяг основного тексту дисертації складає 281 сторінки. Робота ілюстрована 125 рисунками та 2 таблицями. Список використаних джерел містить 203 найменувань.

Основний зміст роботи

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми роботи, її мета і окремі завдання, наведено методи досліджень, матеріали про наукову новизну одержаних результатів, особистий внесок здобувача, зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами та практичне значення отриманих результатів.

У **першому розділі** «Методика виділення розломно-блокової структури геологічного середовища за даними глибинного методу СГТ» представлено розроблений дисертантом метод визначення середнього значення частотозалежного згасання енергії сейсмічних хвиль у геологічному середовищі. Визначення цієї дисипативної властивості середовища відбувається з високою роздільною здатністю, яка відповідає частоті просторової та часової дискретності сейсмічних даних СГТ, які використовуються в якості вхідного матеріалу. Розроблений метод визначає еквівалентне частотозалежне згасання енергії сейсмічних хвиль. Для оконтурення глибинного геологічного об'єкта чи виділення зони тектонічного розлому природа поглинання не має значення. Використання сумарного ефекту згасання робить аномалії більш контрастними і вираженими. Динамічні особливості хвильового поля виявляються в зміні форми або амплітуди відбитого сигналу в часі або просторі, що пов'язано з аномальними характеристиками конкретних геологічних об'єктів. Розв'язання цього типу задач дає змогу вивчати літологію, пористість та флюїдонасиченість пластів. Відомо понад 50 різних динамічних параметрів сейсмічних записів, які поділяють на групи — амплітудні, частотні, енергетично-спектральні та зміни форми імпульсу. Основним математичним апаратом зазвичай є спектральний аналіз. Один із методів розв'язку оберненої динамічної задачі — використання як характеристики поглинання безрозмірної величини, а саме логарифмічного декременту згасання. Але використання такого способу визначення дисипативних властивостей можливе за умови збереження в сейсмічних записах всіх динамічних особливостей сейсмічного хвильового поля. Однак більшість сейсмічних даних проходять стандартний граф обробки, який передбачає присутність нелінійних математичних методів, зокрема автоматичного регулювання рівня запису. Така процедура може ушкоджувати всі індивідуальні особливості хвильового поля а також ліквідує прояви згасання

енергії сейсмічної хвилі при проходженні через середовище, яке проявляється у експоненціальній кривій. У запропонованому здобувачем методі для обчислення згасання енергії сейсмічної хвилі визначено вузькосмугові базисні функції, за допомогою яких визначаються обвідні перехідні характеристики. Алгоритм визначення функції згасання сейсмічних хвиль у просторі передбачає обчислення вузькосмугових обвідних сейсмічних трас з використанням фільтрів, які мають вигляд функції Гауса. Одна з небагатьох можливостей коректно вирішити цю проблему – зсунути спектр у більш високочастотну область на частоту $\pm\omega_0$. Детальний аналіз особливостей функцій згасання в точці простору залишено за рамками дисертаційної роботи.

У **другому розділі** «Глибинна будова літосфери південно-східної частини України за даними ГСЗ та СГТ попередніх років» представлена вивченість території сейсмічними методами СГТ і ГСЗ і глибинні дані, які використано для створення початкової швидкісної моделі по профілям DOBRE-99 і DOBRE-2. Загальна довжина комбінованого профілю складає 775 км. Він перетинає Воронезький кристалічний масив, Донецьку складчасту споруду (ДСС), Азовський масив, який є частиною Українського щита, Азовське море, Керченський півострів і північ Східночорноморського басейну.

У **третьому розділі** «Глибинна будова за даними регіональних ширококутних сейсмічних досліджень по профілям DOBRE-99 та DOBRE-2» представлені результати двох польових експериментів, проведених за методом ширококутних досліджень ГСЗ. У результаті проведення польових робіт були отримані сейсмічні записи (секції від кожного пункту вибуху). Профіль DOBRE-99 складається з 11 секцій, які мають редуцію швидкості 8,0 км/с та нормування за амплітудою. Побудовано графічне зображення роздільної здатності моделі, яке базується на покритті променями заломлених та відбитих фаз модельного розрізу, і обчислено середньоквадратичну помилку – невідповідність між змодельованим і спостереженим часом проходження сейсмічної хвилі. Зазначено, що дисертант приймав безпосередню участь як у польових роботах, так і у створенні швидкісних моделей. Геологічні будови відображаються у фізичній величині – швидкості розповсюдження сейсмічних хвиль у просторі.

У **четвертому розділі** «Рішення фундаментальних задач сейсміки за методом визначення розломно-блокової структури середовища» представлено інтерпретація профілю DOBREflection-2000, виконану з використанням методу визначення розломно-блокової будови середовища. Проведено порівняльний аналіз із швидкісною і кінематичною моделями, пояснено причини відмінності між двома фізичними моделями. З метою підвищення об'єктивності результатів інтерпретації поглинальних властивостей геологічного середовища в алгоритмі побудови розломно-блокової структури вводяться елементи статистичного накопичення інформації. Елементи статистики використовуються для підсилення аномалій поглинальних властивостей середовища і зменшення впливу нерегулярних завад та підвищення точності й достовірності у виділенні протяжних розломних структур. Для прикладу можливостей виявлення розломних структур у гранітах були використані сейсмічні дані СГТ

DOBREfraction2000, де знаходиться найбільший на Донбасі Ялинський насув, вертикальне зміщення якого майже 2 км. За результатами вирішення оберненої динамічної задачі під Ялинським насувом був виявлений мантійний прорив на глибині 36 км з можливою інтрузією розплавленої магми. Аналізуючи результати об'єктно-орієнтованої моделі геологічного розрізу за профілем DOBREfraction2000, виділено наступні структурні елементи: горизонтальний градієнт зміни швидкості низькошвидкісної зони під Старобешівським, Ялинським, Мушкетівським і повздожнім насувами пояснюється складчастою зоною з наявним видавлюванням розуцільнених мас у верхні шари кори. Можлива також присутність гранітів верхньої кори Азовського масиву, затягнутих під Український щит.

У **п'ятому розділі** «Рішення прикладних задач сейсміки з використанням методу визначення розломно-блокової структури» метод визначення розломно-блокової структури середовища використано для рішення важливих прикладних задач – визначення просторового поширення глибинних й приповерхневих розломів, насувів, локальних тріщинуватих зон, розуцільнень, в яких може накопичуватись метан. Виявлення положення та прив'язка у тривимірному просторі рукотворних і небезпечних геологічних об'єктів відбуваються автоматично. Використання методу дає змогу простежувати локальну зміну поглинальних властивостей середовища, пов'язаних з малоамплітудними розломами і міжблоковими зсувами. Детально описано критерії виділення зони розривних порушень з використанням кінематичних особливостей поведінки хвильового поля.

Основною ознакою підземних об'єктів, які можна вважати *рукотворними*, є правильні геометричні форми з гострими кутами, велика просторова видовженість і певна закономірність у їх розташуванні та розгалуженості. Такі закономірності одночасно прослідковуються на 10–12 часових зрізах, що свідчить про їхні розміри у глибину. У розглянутих прикладах присутні аномалії хвильового поля, що утворилися, від підземних конструкції та елементів шахт. На часовому зрізі 366 мс в інтервалі 0–1,0 км по горизонталі і 0–0,5 км по вертикалі розташовані шахтні споруди прямокутної форми. На часовому зрізі 460 мс виділяються колоподібні об'єкти, характерні для вертикального стовбура шахти. Він чітко фіксується на зрізі 452 мс. Встановлення просторового розташування підземних об'єктів у хвильовому полі, де були виділені розломи та тріщинуваті зони, суттєво спрощує їх спільну ув'язку і робить безпомилковим встановлення точного місця перетину розломом шахтної споруди та можливого місця викиду метану.

У **шостому розділі** «Поєднання результатів прикладних і фундаментальних задач для вивчення будови Землі, на прикладі Головного Азовського розлому» представлено один з важливих результатів, отриманих в дисертаційній роботі при інтерпретації швидкісної моделі по профілю DOBRE-2 – встановлення істинного положення та природи границі між старішою Східноєвропейською плитою, представленою Азовським масивом, і молодшою Скіфською плитою. При виконанні інженерно-геофізичних вишукувань під будівництво проведено

сейсмічні роботи згідно з Державними будівельними нормами. У результаті цих робіт дисертантом були виявлені невідомі розломи та встановлені напрямки їх розповсюдження (азимуту).

Можна підкреслити **ідентичність** змісту автореферату й основних положень дисертації.

Наукове та практичне значення роботи:

1. Створено об'єктно-орієнтований метод побудови розломно-блокової структури середовища, який дає змогу представити геологічний розріз у вигляді розломних структур відносно монолітних блоків і неструктурованого міжблокового заповнювача. Частотно-залежне згасання енергії сейсмічних хвиль (ефективне поглинання) надає якісну оцінку геологічної будови, представлена в зміні фізичних властивостей геологічних об'єктів. При достатній контрастності (аномальності) поглинаючих властивостей геологічних тіл відбувається їх просторове оконтурення, що допомагає встановити форму об'єкта, не аналізуючи його фізичні властивості, відтворювати його у найбільш зрозумілому вигляді – структурних одиницях: протяжних об'єктах розломного типу, монолітних блоках, складках, насувах, скидах та інших геологічних тіл.

2. Змодельований швидкісний розріз за профілями DOBRE-99&DOBRE-2, перерахований з глибини у час, співставлено з моделлю, побудованою ДГП «Укргеофізика» за даними глибинного профілю СГТ, який було прокладено по тій самій лінії. Виявлено структурні неузгодження між фізичним моделями пояснено розломно-блоковою моделлю.

3. Запропоновано адаптивну технологію проведення польових сейсмічних робіт. Проведення сейсмічних робіт за цією технологією дозволяє у польових умовах досягти максимальної якості сейсмічних даних шляхом експрес-оцінки їх якості та внесення поправки у СВІП сигнал з метою коригування амплітудно-частотної характеристики сигналу. При цьому суттєво зменшується вплив верхньої частини сейсмічного розрізу на кінцеві сейсмічні дані, а відповідно і необхідність використання додаткового математичного апарату, який призводить до появи методологічних помилок.

4. Розроблено метод автоматизованого пошуку розломів і монолітних структур на шахтних полях з використанням вейвлет-аналізу в спектрально-часовій області. Він виявляє непомітні для перетворення Фур'є слабо амплітудні нестационарні процеси, пов'язані з різкою зміною поглинальних властивостей на контакті геологічних блоків з діаметрально протилежними фізичними властивостями.

5. Наведено приклад поглинальних властивостей середовища на Дробишівському нестандартному родовищі покладів газу і газоконденсату з покриттями малої товщини та слабкими екрануючими властивостями. На результатах обробки проявляються малоамплітудні розломи, лінзоподібні тіла, структурні елементи, пов'язані із зоною стискання та розломоутворенням, не помітними для кінематичної сейсміки.

Можна сформулювати **зауваження** щодо змісту дисертації:

1. Робота є цікавою, по-перше як новий варіант постановки важливої задачі теоретичної геофізики. Але початкове твердження автора про недоцільність і майже хибність використання нелінійної моделі, яку він пропонує і пропагує максимально спростити, є не зовсім коректним. Хоча напрямок його думки є зрозумілим. Нестійкість, тобто неоднозначність, розв'язку, залежна від різних параметрів задачі, притаманна нелінійним задачам. Тут логічніше згадати про нелінійні задачі геофізики, які, до речі, аналізуються тим чи іншим способом лінеаризації.

2. Автор використовує протиставлення відомих апробованих методів і підходів із застосованими в дисертації. Так майже безапеляційно характеризується метод рядів Фур'є. На конкретних прикладах показано переваги вейвлет аналізу. Із тексту, тим не менш, не зрозуміло як обираються т. зв. базисні функції типу (5.3). Параметри a , b є ключовими, від їх вибору залежить результат моделювання. Але щодо ідентифікації цих параметрів мало що пояснено.

3. Як можна зрозуміти, автор, головним чином, використовував моделювання швидкостей програмним комплексом RayInvr. Можливо, доцільно було нагадати його принципові характеристики та ступінь відповідності розглянутим задачам.

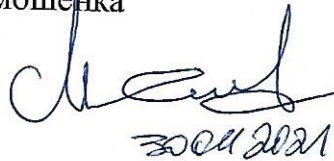
4. В роботі на основі скінченно - різницевого методу створена методика для відбору цільових хвиль довільної форми. Ця методика використовувалась для виділення необхідних слабких годографів з зачумлених сейсмограм, які використовувались для рішення оберненої задачі – знаходження швидкісної моделі. Але сама методика висвітлена дуже коротко.

5. Дисипація є ключовим поняттям у дослідженні. В сучасній геофізиці цей ефект пов'язують як із суттєвою неоднорідністю середовища, якими і є елементи розломно-блокової структури, так і з флуїдонасиченістю, в'язкістю. Це не є темою даної роботи, але питання їх взаємоз'язку здається цікавим.

Загалом, аналіз дисертації, автореферату та опублікованих праць дає підстави для висновку про те, що дослідження Гриня Д. М. "Метод визначення розломно-блокової структури геологічного середовища за даними сейсмозвідки" є завершеною, самостійно виконаною науковою працею, що має вагомий теоретичний і практичний значення, заслуговує позитивної оцінки, відповідає вимогам пп. 9, 10, 12, 13 «Порядку присудження наукових» (Постанова Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 р. № 567), вимогам наказу № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертацій» та іншим нормативним актам Міністерства освіти і науки щодо докторських дисертацій, а її автор Гринь Дмитро Миколайович заслуговує на

присудження наукового ступеня доктора фізико-математичних наук за спеціальністю 04.00.22 – геофізика.

Головний науковий співробітник
Інституту механіки ім. С. П. Тимошенка
НАН України,
доктор фіз.-мат. наук



2004 2021

Б. П. Маслов

Підпис Б. П. Маслова засвідчую
Вчений секретар Інституту
механіки ім. С. П. Тимошенка
НАН України
доктор фіз.-мат. наук



О. М. Жук