

ВІДГУК

офіційного опонента доктора геологічних наук Лісного Георгія Дмитровича на дисертацію Гриня Дмитра Миколайовича «Метод визначення розломно-блокової структури геологічного середовища за даними сейсморозвідки», подану на здобуття наукового ступеня доктора фізико-математичних наук за спеціальністю 04.00.22 – геофізика (103 – науки про Землю).

Актуальність теми роботи та зв'язок з науковими програмами, планами, темами.

В дисертаційній роботі представлений метод визначення глибинної геологічної будови з високою роздільною здатністю за сейсмічними даними. Метод використовує властивість сейсмічних хвиль втрачати свою енергію під час її проходження через геологічне середовище. Визначення будови геологічного розрізу можливе у зв'язку з різними поглинальними властивостями геологічних об'єктів. Актуальність роботи обумовлена високою детальністю розв'язку оберненої динамічної задачі. Метод дозволяє виявляти тектонічні розломи, зони розущільнення середовища та пояснювати структуру складних глибинних геологічних утворень. Використання запропонованого методу дозволяє вирішувати фундаментальні і прикладні питання геології, геодинаміки, тектоніки. Дисертаційна робота і дослідження автора пов'язані з двома десятками наукових тем Інституту геофізики, міжнародних та інноваційних проектів.

Обґрунтованість та достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації.

Достовірність рішення оберненої динамічної задачі забезпечується використанням спектрального, просторово-частотного wavelet-аналізу та матричного методу в часовій області. В запропонованому методі мінімізований вплив методичних (математичних) похибок. При моделюванні

регіональних швидкісних законів контролюється величина декількох параметрів, що підвищує точність і однозначність рішення.

Модель середовища, побудована по її спектральним властивостям має більшу кількість структурних елементів і пояснює відмінності, які присутні у швидкісній і кінематичній моделях регіонального геологічного розрізу СГТ DOBRE 2000.

Обґрунтованість результатів, та зроблених на їх основі висновків, базується на глибино-просторовій спорідненості виявлених геологічних об'єктів – розломів, насувів, скидів та складок.

Достовірність геологічної інтерпретації сейсмічних матеріалів підтверджується сучасними даними з будови літосфери досліджуваних територій.

Наукова новизна отриманих результатів відображена у наступних п'яти пунктах.

1. Вперше створено метод визначення розломно-блокової структури геологічного середовища, який представляє геологічне середовище не у вигляді фізичних параметрів (швидкість, добротність, поглинання тощо) а у вигляді структурних елементів. Такий підхід спрощує розуміння геодинаміки формування регіону і підвищує достовірність інтерпретації сейсмічних даних, оскільки геологічний розріз складається з блоків та розломних структур.

2. Вперше, використовуючи розроблений метод, встановлена будова коромантійного середовища, визначено місця з інтенсивним складкоутворенням та мантійним діапїризмом. Пояснено формування серії скидів, які знаходяться, по лінії профілю, в південній частині Донецької складчастої споруди. Встановлено геологічні причини різної геодинамічної історії південної і північної частини Донецької складчастої споруди і прилеглих територій.

3. Запропоновано методику виявлення в сейсмічному хвильовому полі даних ГСЗ годографів відбитих від границі Мохо хвиль. Ці хвилі проходять велику відстань, є енергетично ослаблені на них накладаються хвилі завади різного генезису. Виявлення і використання такого типу хвиль дозволило підвищити глибинність моделювання за даними ГСЗ.

4. Вперше, використовуючи сейсмічні дані ГСЗ по профілям DOBRE-99 і DOBRE-2 було побудовано швидкісну модель завдовжки 770 км, яка перетинає Чорне море, Керченський півострів, Азовське море, Азовський масив, Донецьку складчасту споруду і Південно-Східну частину Воронежського масиву.

5. Вперше використано запропонований високо-роздільний метод для вивчення тонкошарового вуглевмісного шахтного поля шахти “Краснолиманська” використовуючи, в якості сейсмічних даних куб СГТ. Метою таких робіт було вивчення геологічної будови і виявлення місця проникнення метану в штреки, тунелі та інші підземні конструкції. Для автоматизованого способу пошуку розломних зон розроблено методику на основі Вейвлет-аналізу. Методика дозволяє виявляти нестационарні явища в гармонічних функціях згасання енергії сейсмічних хвиль, які виникають на контакті двох блоків з різними властивостями.

Наукове і практичне значення отриманих результатів.

Розроблений метод можна вважати універсальним, оскільки він дозволяє вирішувати задачі прикладної та інженерної сейсміки. Результати вивчення глибинної будови, окрім рішення суто наукових задач, можна використовувати для пояснення глибинної будови нафтогазоносних регіонів України, або використовувати для сейсмічного районування, особливо в геологічно складних регіонах. Для інженерно-геофізичних вишукувань можливе рішення екологічних задач, встановлення фізичного стану дамб гідрокаскадів, прилеглих територій тощо.

Оцінка змісту, стилю та мови роботи, її завершеності та оформлення.

В розділі 1 пояснюються фізичні явища та процеси в геологічному середовищі, які приводять до появи різного по величині згасання енергії в сейсмічних хвилях які проходять через геологічне середовище. Важливим питанням є визначення максимально можливої роздільної здатності та оцінка якості сейсмічних даних. Приводиться аналіз найбільш близьких, по роздільній здатності дисипативних методів, та вказується причина некоректності їх використання для наявних сейсмічних даних по профілю DOBRE 2000. На початку глави пояснюється можливість забезпечити високу роздільну здатність методу. Розглядається питання про видалення хвиль завад з сейсмічних даних. Це зменшує вплив енергії випадкових хвиль, не пов'язаних з геологічною будовою середовища. В основі запропонованої методики знаходиться різницевий метод, задача якого залишити в сейсмічних записях тільки відбиті хвилі, близькі до горизонтальних. З цією метою був запропонований різницевий метод розділення хвильового поля на поле корисних хвиль і хвиль завад. В подальшому, для інтерпретації по методу визначення розломно-блокової структури геологічного середовища використовувались лише корисні хвилі. Пропонується алгоритм реалізації методу, де у якості фактичного матеріалу використовується ділянка профілю СГТ з глибини 40 км.

Для отримання сейсмічних даних належної якості у польових умовах, запропоновано адаптивну методику проведення сейсмічних пошукових робіт. Вона передбачає зменшення впливу верхньої частини сейсмічного розрізу на формування хвиль завад.

Аналіз наявних глибинних даних ГСЗ, СГТ, геотраверсів, каротажних даних та відбір даних для проведення ширококутного моделювання по лініям профілів DOBRE-99 і DOBRE-2 описано у розділі 2. Використання аналогових сейсмостанцій в 60 – 70 роках не завжди дозволяло отримати достовірні глибини відбиваючих границь та швидкості розповсюдження

сейсмічних хвиль у середовищі. Однак, цей матеріал був важливою складовою для створення початкової моделі.

В главі 3 показані будова Землі на основі результатів швидкісного моделювання по профілям DOBRE-99 і DOBRE-2, які були побудовані з використанням цифрових даних ГСЗ та сучасного програмного забезпечення.

Моделювання швидкісного розрізу по профілю DOBRE-99 проводилось дисертантом в Датському Університеті (м. Копенгаген, Данія). Для моделювання використовувався відповідний програмний комплекс RayInvr на основі алгоритму трасування та інверсії променів. Під час побудови швидкісного розрізу використовувався аналіз точності та роздільної здатності швидкісної моделі.

Для моделювання швидкісної моделі по профілю DOBRE-2 використаний програмний комплекс трасування променів SEIS83 з графічним інтерфейсом та програма ZPLOT. Швидкісна модель дозволяє відтворити геологічну будову середовища до глибини 18 км, що в Азовсько-Чорноморському регіоні відповідає глибинам осадових порід. Найглибша ділянка була визначена в південно-західній частині моделі, під дном Чорного моря, на глибині близько 35 км, які відповідають положенню границі Мохо. Для цієї моделі також розраховувались точність і роздільна здатність побудов. Швидкісне моделювання морської частини проводилось дисертантом в Центрі Дослідження Океану (Helmholtz Centre for Ocean Research GEOMAR, Kiel, Німеччина).

Для виділення енергетично слабких годографів відбитих та заломлених хвиль з сейсмограм була створена методика відбору цільових хвиль довільної форми, на основі різницевого методу. Методика використана для виявлення годографів відбитих від границі Мохо хвиль.

Проаналізовано глибинну будову нафтогазоносних регіонів України, які перетнули сучасні профілі ГСЗ, та виявлено їхню спорідненість у наявності високошвидкісних тіл під родовищами. Рішення фундаментальних задач

геофізики з використанням методу визначення розломно-блокової структури представлено в **главі 4**. Для можливості порівняння моделей СГТ DOBRE 2000, ГСЗ DOBRE-9 та DOBRE-2, останню було перераховано з глибини у час. Порівняння двох моделей, в яких використано різні фізичні властивості середовища, виявили розбіжності в геологічній будові. Використання розробленого дисертантом методу дозволило представити хвильове поле у вигляді, найбільш прийнятному для геології – цілісних монолітних блоків з характерною персоніфікованою системою розломів або складками, просторово протяжних розуцільнених об'єктів, які ймовірно пов'язані з зонами глибинних та міжблокових розломів. Таке геологічне відображення будови дозволило пояснити причини відмінності швидкісної та кінематичної моделі за сейсмічними даними.

Результати використання розробленого методу, для рішення декількох прикладних задач, демонструються у **розділі 5**. Об'єктом детального вивчення є геологічна будова тонкошарового вуглевмісного шахтного поля, яке характеризується складною будовою та метанопроявами. В цьому розділі наведено результати обчислення поглинальних властивостей порід шахтного поля з переконливими прикладами розломних структур, насувів, скидів, складок стискання та проявами зон природного розуцільнення ґрунтів. Висока роздільна здатність розробленого методу дозволяє виявляти просторове положення невеликих шахтних споруд та їх просторової прив'язки до розломів.

Для дослідження просторового розповсюдження розломів та місць з високим градієнтом зміни поглинальних властивостей середовища запропонована методика автоматизованого пошуку за допомогою Вейвлет - перетворень. Тривимірна матриця, побудована з точок появи нестационарних явищ, дозволяє простежувати просторове розповсюдження площини розломів або розривів.

Завершується глава апробацією методу на Дробишівському родовищі газу.

В главі 6 приведено приклад використання методу визначення розломно-блокової структури для рішення задач інженерної геофізики на острові Зміїному. Під час цих робіт були виявлено ряд приповерхневих розломів.

Зауваження до дисертаційної роботи наступні:

1. Не проведено порівняльний аналіз існуючих геодинамічних моделей формування північно-східного регіону України та отриманої в результаті використання запропонованого методу геологічної будови Донецької складчастої споруди, кори та мантії.

2. В дисертації не описано причини значно меншої глибинності швидкісної моделі DOBRE-2 в акваторії Азовського і Чорного моря.

3. В Додатку бажано було б представити розріз або частини розрізу поглинальних властивостей середовища та виявлених розломів у більшому масштабі для наочності авторських тверджень.

4. В рефераті міжнародний проект DOBREreflection2000 помилко написано як DOBREfraction2000. В дисертаційній роботі така описка відсутня.

5. Було б доцільно порівняти модельний геологічний розріз через Чорне море (29 профіль) – Азовське море (28 профіль) – Донбас (геотраверс X – Ногайськ-Костянтинівка-Сватове), представлено в Главі 2 і сучасного профілю ГСЗ DOBRE-99+DOBRE-2.

Представлені зауваження, в цілому, не знижують високий науковий рівень виконаних досліджень.

В якості позитивних зауважень слід зазначити універсальність запропонованого методу, який дозволяє вивчати як приповерхневу так і глибинну будову землі, наявність ряду методик які роблять можливим отримувати результат з не дуже якісного сейсмічного матеріалу. Результати представлені в дисертації Гриня Дмитра Миколайовича відповідають сучасним світовим тенденціям розвитку геофізичної науки.

Повнота викладу наукових положень, висновків і рекомендацій в опублікованих працях.

Результати досліджень Гриня Дмитра Миколайовича опубліковані в 26 статтях які входять до переліку наукометричних баз (14 робіт автора увійшли в базу SCOPUS та Web of Science), 21 тези доповідей міжнародних конференцій та 2 патентах на винахід.

Зміст автореферату відповідає змісту дисертації і основним науковим результатам, які характеризують наукову новизну роботи.

Дисертація Гриня Дмитра Миколайовича за змістом, обсягом, стилем викладання матеріалу та оформленням відповідає вимогам п. п. 9, 10, 12, 14 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24.07.2013 р. (зі змінами, які внесені згідно з Постановами КМУ № 56 від 19.08.2015 р., № 1159 від 30.12.2015 р. та № 567 від 27.07.2016 р.), а також вимогам наказу № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертацій, які висуваються на здобуття наукового ступеня доктора фізико-математичних наук», інших нормативних актів МОН України та паспорту спеціальності 04.00.22 - геофізика (103 - науки про Землю).

Усе це дає основу стверджувати, що Гринь Дмитро Миколайович заслуговує на присудження наукового ступеня доктора фізико-математичних наук з спеціальності 04.00.22 – геофізика.

Доктор геологічних наук,
радник генерального директора
ТОВ «ГЕОІОНІТ»



Г.Д. Лісний

Підпис Г.Д.Лісного підтверджую
Начальник відділу кадрів



А.А.Прокопенко