

ВІДГУК

офіційного опонента доктора фізико-математичних наук
Верпаховської Олександри Олегівни на дисертацію Шунделя Олексія Івановича
«Розробка математичної моделі шаруватого неоднорідного середовища як
складової частини банку океанографічних даних», подану на здобуття
наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю
04.00.22 – геофізика (103 – науки про Землю)

**Актуальність обраної теми та її зв'язок з науковими програмами,
планами, тамами.**

Дисертаційна робота Шунделя О.І. присвячена актуальному напрямку геофізичних досліджень, а саме математичному моделюванню геологічного середовища, зокрема морського дна. Метою роботи є розробка аналітико-чисельних методів математичного моделювання структури та просторового розподілу акустичних властивостей морських відкладів, представлених як шарувате неоднорідне середовище.

Необхідно відмітити, що можливість мати інструмент для отримання тривимірних моделей геологічного середовища з певними його властивостями і їх візуалізації є актуальною і затребуваною для різних задач геофізики.

Цілком підтримую твердження автора, що «при будь-якому моделюванні, в тому числі і математичному, неможливий повномасштабний опис властивостей об'єкта, що досліджується, тому в опис включаються лише деякі, найбільш важливі на даному етапі моделювання, властивості природних геологічних об'єктів (наприклад, щільність, швидкість звуку, згасання і ін.)». Лише додала би, що опис властивостей у моделі найбільше залежить від завдань досліджень.

Актуальність обраної здобувачем теми зумовлена й тим, що всі дослідження виконані в рамках планових і договірних науково-дослідних та пов'язаних з виробництвом робіт, які виконуються в ДУ «Гідрофізичний центр НАН України».

За змістом дисертація відповідає назві і містить перелік умовних позначень, вступ, чотири розділи, висновки, п'ять додатків і список використаних джерел, що включає 175 найменувань. Повний обсяг дисертаційної роботи складає 221 сторінку та містить 117 рисунків і 4 таблиці.

Обґрунтованість та достовірність отриманих автором результатів забезпечена використанням сучасних методик досліджень, статистичною обробкою експериментальних даних та підтверджується лабораторними та експедиційними експериментами. В своїх дослідженнях автор використовував сучасні аналітичні інтегровані системи Matlab, QGIS. Одержані результати, висновки та рекомендації, що сформульовані в дисертаційній роботі, науково обґрунтовані.

Наукова новизна дисертаційної роботи Шунделя О.І. полягає в отриманні власних нових теоретичних і практичних результатів, які загалом відповідають вирішенню поставлених автором задач. При цьому автором:

- Розроблено аналітико-чисельні методи моделювання структури й просторового розподілу акустичних властивостей шаруватих неоднорідних донних відкладів.
- Реалізовано процедуру багатокomпонентної фільтрації одно-, дво- або тривимірного нормального стохастичного поля просторових частот для моделювання структурних елементів дна.
- Створено імітаційну модель гідроакустичного ехо-сигналу, що адекватно відображає формування ехо-сигналу від шаруватих неоднорідних донних відкладів й враховує параметри випромінюючого сигналу.
- Розроблено програмний комплекс тривимірного моделювання геофізичних полів геологічних структур, який дозволяє створювати моделі дна, що містять включення різної форми й складу.

Значущість дослідження для науки і практики та шляхи його використання.

Автором розроблено оригінальний підхід побудови та візуалізації складних тривимірних та двовимірних геологічних структур на основі системи ієрархічно впорядкованих геологічних границь у вигляді бінарного дерева з

використання параметричних поверхонь з внутрішніми розрізами для опису геофізичних розривів і викидів. Тривимірні математичні моделі, побудовані на основі запропонованого підходу, дозволяють використовувати методи оптимізації для автоматичного узгодження параметрів моделі з різнорідними геолого-геофізичними даними для вирішення як прямих, так і зворотних задач гідрогеоакустики і геофізики, а також візуалізувати отримані результати.

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

У **Вступі** автор обґрунтував актуальність обраної теми досліджень, сформулював мету роботи, основні завдання та методи їх вирішення, визначив наукову новизну отриманих результатів, наукові і практичні власні досягнення, а також виклав інформацію щодо апробацію одержаних результатів, публікацій, структури й обсягу роботи..

Перший розділ присвячений аналізу існуючих моделей реального геологічного середовища. Зокрема автором розглянуто імпедансну та пружну моделі донних відкладів, гетерогенні моделі середовищ, статистичну модель донного середовища, моделі Біо та їх модифікації. Розглянуто деякі моделі механізмів частотно-залежної дисипації.

У **другому розділі** розглянуто методіку побудови двовимірних і тривимірних математичних моделей неоднорідного шаруватого геологічного середовища, яке відповідає реальній будові донних структур. При цьому в розділі міститься опис розробленої власної системи комп'ютерного тривимірного моделювання геофізичних полів геологічних структур, яка дозволяє створювати моделі дна, що містять включення корисних копалин різної форми і складу. Автор підкреслює, що на основі розробленого програмного комплексу може бути створено інше програмне забезпечення, що дозволить вирішувати різні питання гірничодобувних підприємств, що є важливим для подальшого розвитку обраного напрямку досліджень.

Третій розділ автор присвятив створенню математичної моделі гідроакустичного поля від геологічних структур. В розділі розглянуто розроблені алгоритми моделювання акустичного відгуку, представленого

середовища. Оскільки автор пропонує своє моделювання для вирішення різних геологічних і геофізичних задач, глибина моделі є важливим параметром.

4. Автор розробив програмний комплекс, але ніде не вказав які саме мови програмування при цьому він використовував.

Наведені зауваження не впливають на високу оцінку результатів, які отримано автором в дисертаційній роботі і значення роботи в цілому.

Повнота викладу в опублікованих працях положень, висновків, рекомендацій.

Основні положення і висновки дисертації повністю опубліковано в журналах, які входять до затвердженого МОН Переліку фахових видань України з фізико-математичних наук або іноземних виданнях. За темою дисертації опубліковано 18 наукових робіт: одна глава в колективній монографії, 7 статей у фахових наукових виданнях (1 входить до міжнародної наукометричної бази Web of Science та 1 - до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus) і 10 тез доповідей на наукових конференціях різного рівня.

Ідентичність змісту автореферату і основних положень дисертації.

Зміст автореферату цілком відповідає тексту дисертації і відображає всі її результати та положення.

Відповідність дисертації вимогам «Порядку присудження наукових ступенів» та нормативних актів МОН України.

Дисертаційна робота Шунделя О.І. відповідає вимогам п.п. 9, 11, 12, 13, 14 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24 липня 2013 року, а також вимогам наказу №40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог оформлення дисертації» щодо дисертаційних робіт, які подаються на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук, інших нормативних актів МОН України та паспорту спеціальності «04.00.22 – геофізика».

Загальний висновок

Розглянута дисертація є завершеним самостійним науковим дослідженням, вирізняється актуальністю і новизною, має практичне значення,

суперпозицією всіх акустичних відбиттів, що описуються так званою моделлю згортки.

Крім того, в цьому розділі автор наводить результати дослідження впливу розміру, складу, а також частоти імпульсу джерела на структуру акустичного поля, а також чисельні експерименти з виявлення тонкої структури донних відкладів при використанні в якості зондуючого імпульсу складних сигналів.

В четвертому розділі автором виконано математичне моделювання визначення рельєфу дна. При цьому використано ехолот, багатопроменевий ехолот та фазовий гідролокатор бокового огляду, а також розроблений автором метод відновлення рельєфу дна акваторії з використанням гідрографічної інформації. Ефективність застосування запропонованого алгоритму відновлення донної поверхні показана при побудові цифрової моделі рельєфу дна р.Дніпро поблизу м.Переяслав-Хмельницький, р.Прип'ять і Бузько-Дніпровсько-Лиманського каналу.

Дисертаційна робота і автореферат Шунделя О.І. написані державною мовою з дотриманням стилю, належним чином оформлені та проілюстровані необхідним графічним матеріалом.

Дискусійні положення, зауваження та пропозиції. Незважаючи на безсумнівні переваги дисертаційної роботи, можна зробити наступні зауваження і пропозиції:

1. В першому розділі бажано було б після аналізу стану розвитку обраного автором напрямку досліджень зробити висновок, що поставлені в дисертаційній роботі завдання ніким раніше не розглядалися, або розглянуті недостатньо.
2. У математичних викладах не витримано класичне позначення фізичних величин, що ускладнює розгляд теоретичного опису методів. Крім того, автор не завжди вказує звідки взято формули, які наведено в роботі.
3. В четвертому розділі розглянуто моделювання рельєфу дна в діапазоні до 500 м. Виникає питання про максимально можливу глибину запропонованого автором метода моделювання геологічного

а її автор, Шундель Олексій Іванович, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 04.00.22 – геофізика (103 – науки про Землю).

Офіційний опонент:

доктор фізико-математичних наук,
провідний науковий співробітник,
Інституту геофізики ім.С.І.Субботіна
НАН України

Верпаховська О.О.

Підпис Верпаховської О.О. «Засвідчую»

Вчений секретар Інституту геофізики ім.С.І.Субботіна НАН України



Легостаєва О.В.