

**ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА**  
**на дисертаційну роботу Апостолова Олександра Анатолійовича**  
**«Вдосконалена методика лінеаментного аналізу для оцінки**  
**перспективності території на пошуки покладів вуглеводнів»,**  
**подану на здобуття наукового ступеня кандидата геологічних наук**  
**за спеціальністю**

**05.07.12 – дистанційні аерокосмічні дослідження**

***Актуальність обраної теми***

Дисертаційна робота присвячена вдосконаленню методики лінеаментного аналізу для оцінки перспективності території на поклади вуглеводнів, що є актуальним завданням в рамках вирішення важливої наукової і народногосподарської проблеми щодо підвищення ефективності прогнозування родовищ нафти та газу за даними наземних і космічних зйомок. Дисертантом запропоновано застосовувати метод просторово-ймовірнісного прогнозу покладів вуглеводнів за матеріалами лінеаментного аналізу. У якості ознак нафтогазоносності території використано зв'язок покладів з тріщинною проникністю гірських порід. Розроблено метод кількісної оцінки лінеаментів різної просторової орієнтації за матеріалами космічної зйомки.

***Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами***

Дослідження автора виконані в рамках науково-дослідних робіт, що проводились у Державній установі «Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України» за темами, які присвячені вирішенню проблем, пов'язаних з науковою задачею дисертації.

***Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації***

Робота базується на різноплановому фактичному матеріалі. Для вирішення поставлених завдань використано комплекс оригінальних методів: аерокосмогеологічні методи – для структурного дешифрування даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ); методи абстрактної алгебри і аналітичної геометрії – для побудови та здигу вікна осереднення за напрямком, а також для підрахунку кількості, довжини лінеаментів у вікні; методи математичної статистики – при аналізі поля лінеаментів (використання непараметричних статистичних критеріїв); метод кореляційного аналізу – для визначення взаємозв'язку між розподілами

даних (нічної та денної температури, щільності лінеаментів за геологічними даними і побудованою картою щільності лінеаментів для всього району); метод теорії ймовірності – використання функції відношення правдоподібності для комплексування даних карт щільності лінеаментів; методи ГІС-технологій – для зіставлення різноманітної інформації та формування ГІС-проекту. Такий комплекс методів та даних дозволив виконати поставлені завдання та досягти мети дослідження.

Достовірність результатів підтверджується великим об'ємом фактичних даних, застосуванням сучасних технологій їх обробки, розробленням власного програмного продукту «Lineament», залученням при інтерпретації значної кількості різнопланових матеріалів.

### ***Наукова новизна***

Наукова новизна отриманих результатів досліджень автора складається з чотирьох пунктів, кожен з яких розгорнуто та вказано конкретні параметри новизни, а саме:

- Вдосконалено методику аналізу орієнтування лінеаментів з метою виділення систем лінеаментів, що заснована на аналізі мінімумів та максимумів розподілу, з урахуванням зсуву початкової точки інтервалу групування.
- Визначено залежність між кількістю виділених систем та значеннями інтервалу групування лінеаментів.
- Обґрунтовано вибір розмірів вікна осереднення для побудови карт щільності лінеаментів, в залежності від глибини залягання покладів нафти та газу.
- Встановлено складний характер зв'язку між значеннями щільності лінеаментів окремих систем та покладами вуглеводнів. Поклади вуглеводнів відсутні в полях мінімальних і максимальних значень щільності окремих систем, а розташовані в оптимальних (проміжних) їх значеннях. Комплексування даних різних систем щільності лінеаментів між собою підвищує достовірність результатів прогнозу.

Представлені положення в цілому відображають новизну отриманих автором результатів і добре обґрунтовані в трьох розділах дисертації.

### ***Практичне значення роботи***

Вдосконалена методика була реалізована при виконанні господарчих договорів, розроблені підходи дають можливість досліджувати будову розломів за даними лінеаментного аналізу, проводити кількісну оцінку

перспективності території на наявність покладів вуглеводнів при використанні їх у комплексі з даними геофізичних і геохімічних досліджень. Результатуючі прогнозні карти були передані замовникам.

За результатами досліджень отримано (у співавторстві) 1 патент України на винаходи.

### ***Повнота відображення наукових положень дисертації в опублікованих автором працях. Апробація результатів***

Результати досліджень у повній мірі викладені в 21 науковій публікації, чотири з яких входять до переліку наукометричних баз та надруковані у наукових фахових виданнях, що сертифіковані МОН України, одна стаття у періодичному науковому виданні країни Європейського Союзу з наукового напрямку, за яким підготовлено дисертацію. Робота апробована на 9 вітчизняних та міжнародних конференціях, опубліковані тези у збірниках матеріалів і тез доповідей.

### ***Ідентичність автoreферату основним положенням дисертації***

Зміст автoreферату відповідає змісту дисертації і основним науковим результатам, які достатньо повно характеризують наукову новизну роботи.

### ***Відсутність (наявність) порушення академічної добросовісності***

У дисертаційній роботі відсутні порушення академічної добросовісності. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

### ***Структура і обсяг дисертації***

Дисертація складається із вступу, трьох розділів, загальних висновків, списку використаної літератури (218 найменувань на 24 сторінках) та 3 додатків на 4 сторінках. Робота викладена на 196 сторінках, що містять 165 сторінок основного тексту, 48 рисунків і 31 таблицю.

### ***Аналіз змісту дисертації***

*Розділ 1 «Досвід застосування лінеаментного аналізу в задачах прогнозування покладів вуглеводнів»* присвячений теоретико-методологічному аналізу наукової літератури. Дисертант виконав аналітичний огляд достатньої кількості літературних джерел за останні майже 150 років (багато з яких опубліковані після 2010 року), робить ряд висновків, на які спирається в дослідженні. Зокрема, він правильно відмічає, що більшість фахівців не дійшли згоди щодо єдиного визначення терміну «лінеамент». В роботі використане поняття про лінеамент як «будь-які

лінійні форми ландшафту, які не пов'язані з антропогенною діяльністю». В той же час, по-перше, не зовсім зрозуміло, на основі чого автор поділяє лінеаменти на «антропогенні» та всі інші; по-друге, всі виявлені лінеаменти розглядаються як індикатори тріщинної проникності гірських порід (тобто, це тектонолінеаменти або лінеаменти тектонічного походження, або опосередковано пов'язані з тектонічними процесами ? Чи ні ?). При аналізі існуючих методик лінеаментного аналізу дисертантом виявлено деякі їх недоліки: зокрема, при дослідженні лінеаментів не має єдиного принципу, як виділяти лінеаменти при структурному дешифруванні; при побудові графіку розподілу азимутів простягання лінеаментів використовують довільне обране, на погляд автора, не обґрутоване значення інтервалу групування лінеаментів, що безпосередньо впливає на кількість систем, які виділяються; не аналізувалися мінімуми на графіках розподілу азимутів простягання лінеаментів, виявлення яких має важливe значення, оскільки допомагає більш впевнено встановити межі систем лінеаментів; не враховуються гістограми розподілів лінеаментів, складені зі зміною розташування первинної точки відліку; розміри ковзного вікна, що використовуються для побудови карт щільності лінеаментів, встановлюються різними авторами довільно; оцінка зв'язку між покладами вуглеводнів та картами щільності лінеаментів різних систем відбувається візуально, а загальний вплив полів щільності лінеаментів різних систем майже не оцінюється. Саме цим аспектам приділена особлива увага в дисертаційній роботі.

*В розділі 2 «Вдосконалення методики лінеаментного аналізу даних дистанційних зондування Землі для прогнозування покладів вуглеводнів»* дисерtant розкриває сутність методичної частини проведеного ним дослідження, супроводжує текст інформативними рисунками. Насамперед аналізує основні передумови та допущення для удосконалення вказаної методики. Далі він наводить загальну її структуру. Процес розроблення основних положень вдосконалення методики лінеаментного аналізу включає 5 етапів: Перший етап – формування ГІС-проєкту. Результатом первого етапу є можливість використовувати різномірну інформацію в одному ГІС-проєкті, що дозволяє проводити її сумісний аналіз. Другий етап – структурне дешифрування даних ДДЗ; кількісний опис поля лінеаментів. Результатом цього етапу пропонованої вдосконаленої методики лінеаментного аналізу є виділення лінеаментів та подання їх у векторному вигляді. Третій етап – формування комплексу ознак для вирішення задач прогнозу. Результати етапу свідчать про необхідність при побудові карт щільності лінеаментів

враховувати глибини залягання покладів вуглеводнів та відповідно обирати розмір ковзного вікна обробки поля лінеаментів. Четвертий етап – формування комплексу ознак для вирішення задач прогнозу. Результати цього етапу вдосконаленої методики лінеаментного аналізу дозволили сформувати комплекс пошукових ознак (карти кількості та довжини лінеаментів кожної системи; карти кількості і довжини всіх лінеаментів; карта щільності вузлів перетину лінеаментів; цифрова модель рельєфу за даними з супутника Shuttle) для проведення прогнозних робіт. П'ятий етап – прогнозна оцінка території на виявлення покладів вуглеводнів.

*Розділ 3 «Практичне застосування вдосконаленої методики для оцінки перспективності території на поклади вуглеводнів»* присвячений експериментальній перевірці основних положень методики і її практичного використання при пошукових роботах по оцінці перспективності території на поклади вуглеводнів. Апробація результатів вдосконаленої методики була проведена на території України (Тарханкутського півострова Криму; Дніпровсько-Донецької западини та РФ (південно-східної частини Дніпровсько-Донецької провінції, Ростовська область; Сахалінської нафтогазоносної провінції). Аналіз отриманих результатів свідчить про коректність пропонованої вдосконаленої методики лінеаментного аналізу для оцінки перспективності території на пошуки покладів вуглеводнів. Матеріали лінеаментного аналізу згідно з пропонованою методикою можливо використати у комплексі з даними геофізичних робіт в процесі кількісних прогнозних досліджень за комплексом ознак. Для обробки результатів лінеаментного аналізу можливо використати увесь комплекс методів, який застосовується в геології й геофізиці. На основі результатів апробації вдосконаленої методики лінеаментного аналізу розроблено рекомендації, які визначають перелік задач, що розв'язуються при її використанні. Показано, що пропонована методика дозволяє використовувати матеріали ДЗЗ для кількісної прогнозної оцінки перспективності території на виявлення покладів вуглеводнів в районах, які розрізняються за природно-кліматичними умовами, геологічною будовою і типом структур. Комплексування матеріалів ДЗЗ з даними геолого-геофізичних досліджень підвищує достовірність і ефективність результатів прогнозу. Показано, що з використанням даної методики, можливо виконувати аналогічні прогнозні дослідження території більш оперативно в будь-яких природно-кліматичних умовах і в необхідному в кожному конкретному випадку масштабі.

У висновках автором відображені основні результати дисертаційної роботи.

**Зауваження до дисертаційної роботи Апостолова О.А.**

1. Автор забагато уваги приділив наведенню загальних відомостей про лінеаменти, їх генезис, формування, що безпосередньо не пов'язано з удосконаленням методики, задачею, яку він вирішує.

2. Виходячи з методичної направленості роботи перш ніж переходити до аналізу розмірів вікна осереднення слід було би більш ґрунтовно обґрунтувати витягнуту прямокутну форму вікна осереднення, яку застосував автор. Для цього було б доцільно провести співставлення карт щільності лінеаментів, хоча б на якісь окремій ділянці складеної з використанням вікна різної форми: круглої, квадратної, еліптичної.

3. Для оцінки достовірності виділення розломів за картами щільності лініментів слід було б використати більше різних матеріалів з розломної тектоніки, особливо Північного борту Дніпровсько-Донецької западини.

4. Результати прогнозу, отримані автором, в цілому не викликають заперечень. Але було б доцільним для прогнозної оцінки перспективності території на пошуки покладів вуглеводнів використати, окрім методики просторово ймовірнісного прогнозування, й інші методики прогнозу. Це важливо з точки зору достовірності результатів та вибору найбільш ефективних методів прогнозу.

5. Без сумніву досить успішне застосування пропонованої методики прогнозу в різних нафтогазоносних провінціях слід тільки схвалити. Але непогано було б отримати акти впровадження результатів дослідження у виробництво.

6. Прогноз покладів вуглеводнів за даними карт щільності лінеаментів потребує подальшого обґрунтування. Наведені автором матеріали хоч й виглядають в цілому як досить достовірні, але вимагають більшої доказової бази.

Наведені зауваження в цілому не знижують високий рівень виконаних досліджень. Наукові положення дисертації Апостолова Олександра Анатолійовича досить добре обґрунтовані, результати дослідження автора мають наукову і практичну цінність.

**Висновки про відповідність дисертації вимогам МОН України до кандидатських дисертацій**

У цілому дисертаційна робота Апостолова О.А. є завершеним науковим дослідженням, в якому одержані нові науково обґрунтовані

результати. Вирішено конкретне наукове завдання підвищення достовірності оцінки нафтогазоносності території на основі застосування вдосконаленої методики лінеаментного аналізу, розробленої у даній роботі.

Дисертаційна робота Апостолова О.А. за змістом, обсягом, стилем викладеного матеріалу відповідає вимогам, які висуваються МОН України до кандидатських дисертацій, зокрема п. 11, 13 «Порядку присудження наукових ступенів» та паспорту спеціальності 05.07.12 – дистанційні аерокосмічні дослідження (геологічні науки).

Усе це дає основу стверджувати, що Апостолов Олександр Анатолійович заслуговує присудження наукового ступеня кандидата геологічних наук за спеціальністю 05.07.12 – дистанційні аерокосмічні дослідження.

Доктор геологічних наук,  
старший науковий співробітник,  
завідувач відділу спеціальної металогенії  
Державної установи «Інститут геохімії  
навколишнього середовища НАН України»

В.Г. Верховцев

«31» березня 2021 р.

Підпис В.Г. Верховцева засвідчує:

учений секретар

Державної установи «Інститут геохімії

навколишнього середовища НАН України»

кандидат технічних наук



Ю.В. Литвиненко