

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Цибульський Віталій Олександрович



УДК: 550.834

**КОМПЛЕКСНА ГЕОЛОГО-ГЕОФІЗИЧНА МОДЕЛЬ
НИЖНЬОМАЙКОПСЬКИХ ВІДКЛАДІВ
ПРИКЕРЧЕНСЬКОГО ШЕЛЬФУ**

04.00.22 – геофізика

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата геологічних наук

Київ – 2013

Дисертацією є рукопис

Робота виконана на кафедрі геофізики геологічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка МОН України

Науковий керівник:

доктор геолого-мінералогічних наук, старший науковий співробітник

Трипільський Олександр Андрійович, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, професор кафедри геофізики

Офіційні опоненти:

доктор геологічних наук, старший науковий співробітник

Коболев Володимир Павлович, Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, головний науковий співробітник

кандидат геологічних наук

Бугрій Віктор Григорович, ТОВ «Надра Інтегровані Рішення», головний геофізик відділу стандартної обробки сейсмозвідувальної інформації

Захист відбудеться 11 листопада о 14⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.001.42 при Київському національному університеті імені Тараса Шевченка за адресою: 03022, м. Київ, вул. Васильківська, 90, к. 104.

З дисертацією можна ознайомитись у науковій бібліотеці ім. М. Максимовича Київського національного університету імені Тараса Шевченка, за адресою: 03033, м. Київ, вул. Володимирська, 58, зал №12.

Автореферат розіслано «___» жовтня 2013 року.

Вчений секретар

спеціалізованої вченої ради Д 26.001.42



Тішаєв І.В.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Вуглеводневі ресурси є ключовим аспектом зміцнення енергетичної безпеки України. В останній час приріст запасів та ресурсів вуглеводнів пов'язують з перспективними об'єктами акваторії Чорного моря, зокрема зі структурами в межах Прикерченського шельфу. Серед найбільш перспективних можна виділити структури Субботіна, Палласа, Південно-Керченську, Керченську, Моряна, Абіха, Личагіна та інші. Аналіз результатів детальних сейсморозвідувальних робіт виконаних на цих об'єктах продемонстрував надзвичайну складність сейсмогеологічних умов, що призводить до неоднозначності тлумачення геологічних та геофізичних даних. Однією з причин, що впливає на якість інтерпретації даних сейсмічних досліджень, є складність літолого-петрофізичної будови регіональних осадових відкладів, в тому числі нафтогазоматеринської майкопської серії. У зв'язку з цим, актуальними є дослідження впливу особливостей геологічної будови та літології майкопських осадових відкладів на хвильове сейсмічне поле та побудова комплексної геолого-геофізичної моделі з метою підвищення надійності та достовірності результатів нафтогазопошукових робіт в межах Прикерченського шельфу.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційну роботу виконано на кафедрі геофізики Київського національного університету імені Тараса Шевченка в рамках теми «Розробка теорії та методології побудови динамічних геолого-геофізичних моделей геологічних об'єктів і процесів» (№11БФ049-02). Автор приймав безпосередню участь у виконанні госпдоговірних і держбюджетних досліджень в ДП «Науканафтогаз» НАК «Нафтогаз України» за темами «Випробування методики прогнозування ємнісно-фільтраційних властивостей колекторів у розрізі осадового чохла Прикерченського шельфу Чорного моря на основі сучасних технологій параметричного аналізу, інверсійних перетворень, АVO-аналізу 3D-сейсмічних даних та гідродинамічного моделювання» (держ. реєстрація №У-09-258 (м/4)) та «Обробка і інтерпретація сейсмічних даних 3D досліджень на Кавказькій площі» (держ. реєстрація №У-12-14 (м)/1).

Мета і задачі дослідження. Метою дослідження є підвищення надійності та достовірності результатів нафтогазопошукових робіт в умовах тонкошаруватого, заглиненого розрізу порід колекторів нижньомайкопської серії Прикерченського шельфу на прикладі структури Субботіна за допомогою новітніх технологій повнохвильового сейсмічного моделювання, розробки спеціалізованих алгоритмів та методів комплексного аналізу геолого-геофізичних даних. Для досягнення мети необхідно вирішити такі задачі:

1. Розробити алгоритм аналізу сейсмогеологічних умов відкладів нижнього майкопу та методологічні засади створення комплексних геолого-геофізичних моделей.
2. Виконати повнохвильове моделювання синтетичних сейсмічних даних на основі ефективної сейсмогеологічної моделі.

3. Дослідити вплив геолого-геофізичних факторів на якість побудови тривимірної петрофізичної моделі відкладів нижнього майкопу Прикерченського шельфу.

4. Адаптувати існуючу методику геолого-геофізичного моделювання родовищ нафти та газу у відповідності до умов Прикерченського шельфу.

Об'єкт дослідження: математичні моделі та фізичні властивості порід нижньомайкопської серії.

Предмет дослідження: сейсмічне хвильове поле, методи та алгоритми побудови геолого-геофізичних моделей.

Методи дослідження: технології повнохвильового сейсмічного моделювання, спеціалізовані алгоритми обробки сейсмічних даних, сучасні методи комплексного аналізу геолого-геофізичних даних.

Наукова новизна одержаних результатів:

1. Вперше застосовано повнохвильове синтетичне моделювання сейсмічних записів для складних сейсмогеологічних умов тонкошаруватих, заглинених відкладів майкопської серії в межах Прикерченського шельфу.

2. Вперше розроблено алгоритм аналізу сейсмогеологічних умов на основі синтетичного моделювання сейсмічних даних.

3. Доведено вплив поглинаючих властивостей олігоцен-нижньоміоценових відкладів та тонкошаруватої будови порід нижнього майкопу на інформативність результуючого хвильового поля в межах структури Субботіна.

4. Удосконалена методика побудови комплексних геолого-геофізичних моделей для відкладів нижнього майкопу Прикерченського шельфу Чорного моря.

Практичне значення одержаних результатів:

1. Отримані результати надають можливість оптимізувати проведення подальших геологорозвідувальних робіт на перспективних об'єктах Прикерченського шельфу з врахуванням сейсмогеологічних особливостей розрізу.

2. Синтетичні сейсмічні розрізи отримані за алгоритмом аналізу сейсмогеологічних умов, дозволять з високою вірогідністю ідентифікувати та ототожнювати відбиваючі границі з літостратиграфічними.

3. Комплексна геолого-геофізична модель продуктивної товщі нижнього майкопу зменшить геолого-економічні ризики при закладенні нових свердловин.

4. Розроблений алгоритм аналізу сейсмогеологічних умов на основі синтетичного моделювання сейсмічних даних адаптований у методику дослідження вуглеводневого потенціалу родовищ в межах Прикерченського шельфу Чорного моря.

Особистий внесок здобувача. Основні теоретичні положення та практичні результати отримані здобувачем особисто. Автору належить ідея розробки алгоритму аналізу сейсмогеологічних умов на основі синтетичного моделювання сейсмічних даних, розробка комплексної моделі розподілу покращених колекторських властивостей на основі граничних значень ФЄВ. У

роботі [1] автор дає характеристику найпотужнішим систем повнохвильового сейсмічного моделювання та перспективам їх застосування при вирішенні задач пошуку вуглеводнів. У роботах [2, 3, 10, 11, 14] автором розробляється алгоритм аналізу сейсмогеологічних умов засобами повнохвильового моделювання, його апробація на реальних даних та аналіз отриманих результатів. У статтях [4, 7, 9, 12] автор приймав участь у постановці задач та методів дослідження складнобудованих нафтогазоносних об'єктів в межах Причорноморського шельфу, експериментальній роботі та підготовці висновків по одержаним результатам. У роботах [5, 6, 8, 13] автор виконував підготовку даних, проводив інверсію сейсмічних даних та експериментальні дослідження з моделювання розподілу петрофізичних параметрів на структурах в межах Чорноморського шельфу.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертації та результати досліджень доповідалися на:

III-IV Міжнародних науково-технічних конференціях молодих вчених «Перспективи розвитку нафтогазової галузі» (м. Ялта, 2010 р., м. Трускавець та м. Кросно (Республіка Польща), 2011 р.);

X, XI Міжнародних конференціях «Геоінформатика: теоретичні та прикладні аспекти» (м. Київ, 2011, 2012 рр.);

IV Всеукраїнській молодіжній конференції-школі «Сучасні проблеми геологічних наук» (м. Київ, 2012 р.);

Міжнародній науково-технічній конференції «Геопетроль-2012» (Польща, м. Закопане, 2012 р.);

X Міжнародній науковій конференції «Моніторинг геологічних процесів та екологічного стану середовища» (м. Київ, 2012 р.);

75 міжнародній конференції-виставки EAGE (м. Лондон, 2013 р.).

Публікації. За темою дисертації опубліковано 14 наукових робіт, серед яких 7 статей у наукових журналах, що належать до списку ДАК України, одна зарубіжна стаття та 6 тез доповідей у збірниках матеріалів конференцій.

Структура і обсяг дисертації. Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків та списку використаних джерел (що налічує 170 найменувань). Загальний обсяг дисертації – 161 сторінка, робота містить 62 рисунки та 9 таблиць.

Автор висловлює щире подяку науковому керівнику, доктору геолого-мінералогічних наук **Трипільському Олександрю Андрійовичу** за постійну допомогу та сприяння при написанні дисертаційної роботи. Окрему подяку автор висловлює завідувачу кафедри геофізики, доктору геологічних наук, професору **Вижві Сергію Андрійовичу** за методичні поради до написання дисертації.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, зазначено її мету, об'єкт і предмет дослідження, наукову новизну та практичну

цінність отриманих результатів. Наведено відомості про особистий внесок автора, апробації результатів, публікації, загальний обсяг і структуру роботи.

Перший розділ дисертації присвячено огляду геолого-геофізичної вивченості та історії розвитку уявлень про геологію Прикерченського регіону.

Починаючи з 1950-х до теперішнього часу на території досліджень проведено сейсмічні зйомки у модифікаціях МЗХ СГТ, МСГТ, МВХ СГТ, 3Д СГТ. За результатами інтерпретації отриманих даних у 1976 році об'єднаннями «Южморгео» та «Кримморгеологія» виявлено на Прикерченському шельфі 27 локальних підняття та виділені сейсмічні горизонти по відкладах ерозійної передпліоценової поверхні, покрівлі сарматських відкладів, покрівлі майкопської серії, покрівлі олігоцену і подошві майкопської серії.

Отримані об'єднаннями «Южморгео» та «Союзморгео» матеріали детальних сейсмозвідувальних робіт 1978-1982 рр. дозволили встановити геологічну будову неоген-палеогенових відкладів на ділянках структур Субботіна, Привітна, Калкан, Дрейфова, Союзна, Кавказька та Гранична. По майкопським, еоценовим і покрівлі відкладів крейди виявлена структура Глибока. Надані рекомендації стосовно проведення буріння на структурах Субботіна та Глибока.

В 1989 році по локальним підняттям Свободне, Сміле, Безіменне, Личагіна, Маячне Керченсько-Таманського шельфу побудовані структурні карти масштабу 1:50000 по горизонтах Іа (покрівля майкопської серії), Іа (покрівля еоцену) та І (покрівля міоцену). З 1995 по 2011 рр. сейсмозвідувальні нафтогазопошукові роботи на шельфі виконувались компаніями «British Gas», «Western Geophysical», «Севморнефтегеофизика», «Укргеофизика», «Науканафтогаз» та іншими. До основних результатів слід віднести інтерпретацію 10 000 км регіональних сейсмічних профілів та побудову комплексу структурних карт масштабу 1:200000. Виконано тектонічне районування Прикримського шельфу і деталізовано крупні структурні форми поверхні мезозойських відкладів. Також проведено першу сейсмічну зйомку 3-D на площі Субботіна-Абіха.

Перші гідромагнітні дослідження масштабу 1:2 500 000 датуються 1958-59 роками і виконувались ГО ВНДІМоргео під керівництвом Я. Маловицького. Далі слідує гравіметрична зйомка масштабу 1:2 500 000 виконана ІФЗ АН СРСР у 1959-61 роках під керівництвом Ю. Буланже. Фахівці НПО «Кримморгеологія» у 1978 та 1979 роках виконували гравімагніторозвідувальні роботи масштабу 1:100 000 під керівництвом В. Самсонова. У 2003 році проведено високоточні аерогравіметричні та магнітометричні зйомки Прикерченського шельфу масштабу 1:50 000. Інтерпретація даних виконана працівниками ПДРГП «Північгеологія». Також у 2003 році, Чернігівським відділенням УкрДГРІ, під керівництвом В. Кукурузи проведені електророзвідувальні дослідження ЕПНГ. Результатом стало виділення аномалій характерних для продуктивних підняття у межах структур Субботіна та Абіха.

Незважаючи на доволі тривалу історію вивчення Прикерченського шельфу перша параметрична свердловина Субботіна-403 пробурена лише у

2005 році, в апікальній частині однойменної структури і досягла глибини в 4300 м, отримані промислові притоки нафти з відкладів майкопу. Відбулося відкриття родовища. Надалі пробурені свердловини Субботіна-1 (3140 м), Субботіна-2 (3200 м), Субботіна-3 (3100 м) відповідно у 2007, 2009, 2010 роках. В Російській економічній зоні у 1984 році на Керченсько-Таманському шельфі пробурена свердловина Рифова-302 глибиною 2000 м. Таким чином, можна констатувати, що Прикерченський шельф вивчений бурінням недостатньо і нерівномірно.

Згідно нафтогазогеологічного районування східна частина Прикерченського шельфу відноситься до Сорокінсько-Субботінського, а західна – до Південнокерченського нафтогазоносних районів Індоло-Кубанської нафтогазоносної області. В останньому виділяється Мошкарівська зона нафтонагромадження. У тектонічному відношенні вона пов'язана зі східним зануренням Гірського Криму. Доведена промислова нафтогазоносність еоценових і майкопських утворень, поклади залягають у комбінованих і літологічно обмежених пастках.

У розрізі Прикерченського шельфу виділяється п'ять нафтогазоносних і перспективних комплексів: нижньокрейдовий, верхньокрейдовий, палеоце-еоценовий, олігоцен-нижньоміоценовий (майкопський) і середньоміоцен-пліоценовий. На родовищі Субботіна розкрито лише три останні комплекси. Свердловинами 403, 1 і 2 розкриті поклади нафти у шести горизонтах відкладів нижнього майкопу (горизонти М-1-М-6) у двох блоках (північному і південному). Всі пастки пластові напівсклепінні, тектонічно екрановані чи тектонічно обмежені.

Структурно-тектонічний нарис Прикерченського шельфу розроблено у відповідності до розвитку уявлень про формування Чорноморської западини. Існують концепції тектонічного розвитку регіону з поглядів теорії геосинкліналей, тектоніки літосферних плит, так і змішаних, заснованих на взаємодії тектоноплитних та плюмтектонічних процесів. Результати геотектонічних досліджень регіону розглядаються в працях О. Афанасенкова, К. Бенкса, М. Герасимова, В. Гончарова, Ю. Казанцева, В. Коболева, Є. Мілановського, М. Муратова, А. Нікішина, І. Попадюка, Е. Робінсона, В. Старостенка, Д. Туголєсова, В. Юдіна та інших.

Вивчаючи Керченсько-Таманський прогин, до якого належить Прикерченський шельф, настановлюється на різноманіття поглядів стосовно історії тектонічного розвитку. Так, В. Муратов розглядає його, як накладений поперечний прогин на зону переклінального замикання гірськоскладчастих споруд Гірського Криму та Кавказу, застосовує термін «переклінальний прогин». З цього приводу Д. Туголєсов відмічає, що у даному випадку немає повної відповідності до обраного тектонотипу. Виходячи з уявлень про кулісоподібне з'єднання мегантикліноріїв Кавказу та Гірського Криму, для Керченсько-Таманського прогину, що їх розділяє, запропоновано термін «міжпереклінального» прогину.

Колектив науковців ДГП «Укргеофізика», під керівництвом М. Ночвая, встановлюють приналежність Керченсько-Таманської області до релікту древньої

континентальної країни пасивного типу (або до релікту серединного масиву, виходячи із геосинклінальної концепції).

О. Афанасенков та інші розглядають Керченсько-Таманський басейн, як складнопобудовану зону з'єднання декількох структурних областей: орогенів Великого Кавказу і Південного Криму, а також крайових прогинів Сорокіна та Індоло-Кубанського.

Структура Субботіна розглянута в якості тектонічного елемента нижчого порядку, що сформований в процесі еволюції, як Прикерченського шельфу, так і Чорноморського басейну в цілому. Локальне підняття Субботіна по мезокайнозойським відкладам є антиклінальною складкою розірваною тектонічними порушеннями, переважно підкидо-насувами північно-східного простягання. Серед підкидо-насувів і за кількістю і за амплітудами зміщення переважають диз'юнктиви північно-західного падіння.

Аналіз науково-дослідних робіт направлених на встановлення історії тектонічної еволюції Керченсько-Таманського прогину, як елемента глобальних геодинамічних перетворень, схиляє автора до дотримання гіпотези про приналежність Прикерченського шельфу до релікту пасивної континентальної країни. Остання висвітлена в роботах М. Ночвая, О. Афанасенкова, І. Попадюка, хоча існують певні розбіжності у виділенні меж та структурних елементів даної зони. На користь такого твердження свідчать результати інтерпретації матеріалів сейсмічних та гравімагнітних досліджень.

Незважаючи на доволі велику кількість регіональних геологорозвідувальних робіт, літолого-стратиграфічна будова осадових відкладів Прикерченського шельфу залишається з'ясованою не в повній мірі, перш за все це пов'язується з недостатньою кількістю пробурених свердловин.

Аналіз звітних матеріалів за результатами досліджень різних років показав, що в межах структури Субботіна розкриті відклади палеогенової, неогенової та четвертинної систем. Відклади тріасу, юри та крейди, що беруть участь у будові північно-східної частини акваторії Чорного моря, розкриті бурінням на територіях Керченського і Таманського півостровів, тому в тексті дисертації наводяться в скороченому вигляді.

Для визначення особливостей геологічного розрізу, що можуть чинити вплив на сейсмічне хвильове поле, створено концептуальну модель відкладів нижнього майкопу на основі систематизації наявної інформації про об'єкт досліджень. Зроблено висновок про складний, сингенетичний тип локалізованого покладу вуглеводнів майкопської товщі, що акумулюється в гранулярних колекторах двох типів та контролюється тріщинуватістю в умовах аномально високих тисків, як наслідок перетворення органічної речовини.

В **другому розділі** розглянуто сучасний стан технологій та методів побудови геолого-геофізичних моделей. Наведено принципіві можливості і обмеження використання сейсмічного методу для петрофізичного прогнозування при розвідувальних роботах на нафту та газ. Огляд заснований на аналізі закономірностей, що пов'язують пружні та дисипативні властивості осадових відкладів з їх літологічним складом і пористістю, глибиною та

термодинамічними умовами залягання, а також з властивостями порових флюїдів та тріщини, з неоднорідністю і іншими геологічними особливостями.

Висвітлені напрямки сучасного розвитку теорії та методів сейсмічної розвідки в Україні та Світі. Особлива увага приділена класифікаціям моделей в геології за О. Павловим; У. Крамбейном; Є. Козловим. Описані основні етапи створення тривимірних моделей.

Тривимірне геолого-геофізичне моделювання родовищ нафти та газу надійно увійшло у практику виробничого процесу провідних нафтогазовидобувних компаній світу. Така тенденція насамперед пов'язана з високою ефективністю використання геолого-геофізичної моделі при виборі стратегії оптимізації, контролю, раціонального управління процесами розвідки, розробки та експлуатації родовищ вуглеводнів.

Серед геофізичних методів, сейсмозрозвідка займає домінуючу позицію в технологічному ланцюжку моделювання родовищ вуглеводнів. Окрім традиційних задач встановлення геометричної будови нафтогазоносних об'єктів, став можливим перехід до безпосереднього визначення фізичних параметрів середовища за сейсмічними даними. Теорія та методи сейсмічної розвідки активно розвиваються в роботах багатьох зарубіжних та вітчизняних вчених.

Серед іноземних видань, що безпосередньо торкаються проблем геолого-геофізичного моделювання родовищ нафти та газу на основі сейсмічних даних, особливе місце займає монографія Є. Козлова «Моделі середовища в розвідувальній сейсмології». В ній детально розглянуті питання класифікації та використання моделей геологічного середовища, що використовуються при нафтогазопозукових роботах сейсмічним методом.

Теоретичні та практичні аспекти впливу якості первинних сейсмічних записів на кінцеві геологічні результати в залежності від вибору технологій та методів сейсмічної зйомки розглянуті в працях Ю. Ампілова, А. Білоусова, В. Левянта, В. Мешбея, У. Прітчета та ін.

Дослідження В. Пилипенка, О. Верпаховської, О. Костюкевича, В. Червені направлені на вирішення прямої задачі сейсмозрозвідки засобами променевої теорії розповсюдження сейсмічних хвиль.

Фундаментальною зарубіжною працею, що присвячена інтерпретації тривимірних сейсмічних даних, є робота Алістаіра Р. Брауна «Interpretation of three-dimensional seismic data». В ній розкривається проблематика оптимального підбору кольорових палеток з метою якісної інтерпретації сейсмічних даних, розглянуті особливості структурної інтерпретації при наявності розривних порушень різного генезису. Наведено приклади стратиграфічної інтерпретації сейсмічних даних, ідентифікації покладу вуглеводнів методом «яскравої плями» та атрибутами хвильового поля.

П. Авсет, Г. Мавко, Т. Мукер'ї в монографії «Кількісна інтерпретація сейсмічних даних» розглядають взаємозв'язки між сейсмічними характеристиками середовища (швидкості V_p та V_s хвиль, розподіл імпедансу, амплітуди) та властивостями гірських порід (літологія, пористість, проникність, насичення, температура, тиск). Автори використовують в дослідженнях моделі

пружних параметрів, сейсмічних швидкостей та моделі, отримані методами геостатистики.

Вивченням динамічних та кінематичних характеристик хвильового сейсмічного поля, аналізом їх математичних трансформант (сейсмічних атрибутів) з метою оптимізації процесу інтерпретації та виявлення кількісних і якісних характеристик досліджуваного середовища займалися такі вчені як Ю. Ампілов, А. Браун, Ю. Костригін, К. Марфурт, С. Птецов, С. Чопра, та ін.

Теорія та методи геостатистики, розроблені для потреб моделювання родовищ корисних копалин, висвітлені в роботах О. Дюбрюла, Д. Каерса, Є. Ковалевського, Ж. Матерона. Розглянуто місце геостатистики в процесі побудови моделі родовища, моделювання неперервних геологічних даних, побудова високороздільних коміркових моделей, детерміністичні та стохастичні методи моделювання. Введено поняття коваріації та варіограми.

Теорія сейсмостратиграфії, аналізу зв'язків між зображенням сейсмічних відбиттів і умовами накопичення відкладів відбиваючої товщі, розроблена А. Неждановим, Ч. Пейтоном, І. Приєзжевим, Е. Хеллемом та ін.

Алгоритми створення комплексних геолого-геофізичних моделей, у контексті сучасних програмних продуктів сейсмічної інтерпретації GeoFrame, Petrel (Schlumberger, США), Irap RMS (Roxar, Норвегія), TEMIS 3D (Французький Інститут Нафти, Франція), StrataModel (Landmark, США), FastTracker (Fugro Jason, Нідерланди), GOCAD (Paradigm), CHARISMA (Норвегія), INTEGRAL (Франція), TIGRESS (Великобританія), DV (Центральна геофізична експедиція, РФ), описані в роботах С. Білібіна, К. Закревського, І. Хромової.

В Україні теоретичними та практичними аспектами створення комплексних геолого-геофізичних моделей в різні часи займалися такі науковці як: О. Верпаховська, С. Вижва, В. Гладун, В. Горбунов, Т. Довжок, М. Жуков, Д. Кекух, П. Кузьменко, В. Курганський, В. Маляр, В. Мерщій, О. Петровський, Г. Продайвода, С. Стовба, А. Тищенко, Ю. Тяпкін, Ю. Філатов, М. Харченко та багато інших. Динаміка розвитку систем геологічного моделювання в Україні, дещо занижена в порівнянні з світовою. Це перш за все пов'язано з порівняно невеликою вуглеводневою базою, загальною виснаженістю, а отже і меншою кількістю інвестицій в нафтогазову галузь. Незважаючи на це, науковими та виробничими установами України за останні 3-5 років виконано велику кількість робіт, що в своїй основі вміщують геолого-геофізичне моделювання з використанням новітніх програмних засобів.

В третьому розділі роботи викладено теоретичні основи та практичне застосування методів дослідження сейсмогеологічних умов складнопобудованих родовищ нафти та газу, що за результатом аналізу сучасних геотехнологій, найкращим чином підходять для вирішення завдань дослідження. Це синтетичне моделювання хвильових полів, аналіз ефективних швидкостей підсумування (спеціалізована обробка), теорія атрибутного аналізу.

Моделі геологічної будови та фізичні властивості відкладів нижньомайкопської серії Прикерченського шельфу Чорного моря обрані об'єктом дослідження не випадково. Значні за обсягом поклади вуглеводнів на родовищі

Субботіна так і Прикерченському шельфі в цілому, пов'язують з відкладами майкопу. Складні сейсмогеологічні умови, у комплексі з низьким ступенем розбуреності, роблять задачу інтерпретації (трасування) продуктивної товщі в сейсмічному хвильовому полі досить важкою, оскільки сигнал за спектрально-енергетичними характеристиками є слабким і невираженим. Окрім того, встановлення залежностей між особливостями геологічної будови та фізичними властивостями середовища, дозволять підвищити надійність прогнозування зон покращених колекторських властивостей.

Сейсмологічні умови визначають характер хвильового поля. Врахування сейсмогеологічних особливостей геологічного розрізу дозволить в результаті отримати сейсмічний матеріал високої якості запобігши похибок на всіх етапах сейсморозвідувальних робіт від планування та проведення, до обробки – інтерпретації.

Наразі можливості методів сейсмічної розвідки суттєво розширились. Вони дозволяють враховувати та компенсувати небажані хвильові ефекти за рахунок застосування нових технічних засобів як при польових дослідженнях (розширення спектра зареєстрованого сигналу, збільшення кратності досліджень), так і при обробці даних (використання кінематичних та динамічних параметрів).

Однією з методик дослідження хвильових полів отриманих на структурах з складними сейсмогеологічними умовами є повнохвильове синтетичне моделювання, що в своїй основі використовує розв'язок прямої задачі сейсморозвідки. Засобами синтетичного сейсмічного моделювання вирішуються наступні задачі:

- теоретичні дослідження розповсюдження хвиль в складних середовищах з метою вивчення принципів зв'язків між будовою моделі і структурою утвореного в ній хвильового поля, а також з метою експериментальної перевірки аналітичних рішень;
- прогнозування хвильових полів для заданих сейсмогеологічних умов з метою обґрунтування проектної методики сейсморозвідки шляхом аналізу властивостей корисних хвиль і хвиль завад;
- співставлення розрахункових хвильових полів з спостереженими при обробці і інтерпретації геолого-геофізичних матеріалів з метою оптимізації параметрів обробки, підвищення повноти і достовірності результатів геологічної інтерпретації.

Наразі існує можливість застосовування синтетичних сейсмічних даних для вирішення задач верифікації та уточнення геолого-геофізичних моделей родовищ нафти та газу отриманих в складних сейсмогеологічних умовах. Таким чином постає питання розробки обґрунтованого алгоритму такого моделювання та його місця в процесі нафтогазопошукових робіт.

Звертаючись до обробки, задача розкладення первинного поля по множині хвиль із сферичними фронтами (гіперболічними годографами) розглядається як базова для побудови динамічних зображень родовищ нафти і газу у зонах тріщинуватості теригенних, карбонатних та вулканогенних порід. При цьому передбачається збереження інформації про аномальні утворення, які

генерують багатократні відбиття та різноманітні механізми розсіювання пружної енергії, включаючи дифракцію.

Одним з головних чинників, що впливає на точність побудови трьохвимірної геолого-геофізичної моделі досліджуваного об'єкту є побудова куба розподілу швидкостей спільної глибинної точки (СГТ). Сьогодні побудова швидкісного кубу виконується вручну на стадії обробки сейсмічних даних. Але ручний підбір швидкості виконується не для кожної СГТ і не для кожного часового відліку. Це призводить з одного боку до виграшу у часі підбору швидкостей, але з іншого боку втрачається інформативність хвильового поля в цілому. Особливо це стосується водонафтових, газоводних та газонафтових контактів, які характеризуються значною диспергуючою властивістю і відбиті сейсмічні хвилі мають різні частотно-швидкісні характеристики. Окрім втрати даних при ручному переборі швидкостей слід враховувати вплив неортогональності розміщення системи спостереження до пошукового об'єкту. В такому випадку висока точність побудови геолого-геофізичних моделей буде напряму залежати від рівня професіоналізму геофізика і алгоритмічної бази обробки сейсмічних даних. Викладено теоретичні основи методики спеціалізованої обробки в режимі автоматичного перебору швидкостей СГТ.

Атрибутний аналіз сейсмічного поля широко застосовується в світовій та вітчизняній практиці нафтогазопошукових робіт. Хвильове сейсмічне поле давно перестали розглядати лише як джерело інформації про структурну будову досліджуваного об'єкту. Зміна динамічних параметрів сигналу несе в собі в неявному вигляді характеристику просторового розподілу геологічних зон та властивостей. Сейсмічний атрибут, це певна трансформанта хвильового поля, що може виражати його геометричні, кінематичні, динамічні та статистичні особливості. Основні атрибути пов'язані з такими параметрами як амплітуда сигналу, потужність, відбиваюча здатність та енергетична характеристика формації, глибина залягання та азимут відбиваючого елемента, комплексна амплітуда та частота, когерентність, AVO-ефекти, локалізована частотна компонента та інші. В залежності від стадійності сейсмозвукувальних робіт розрізняють атрибути, що використовують при обробці, структурній та стратиграфічній інтерпретації. Поза розглядом підрозділу залишились досить громіздкі математичні викладки кожного з методів, натомість увага зосереджена на механіці та практичному застосуванні.

Одним з ключових елементів повнохвильового моделювання є ефективна сейсмогеологічна модель досліджуваного середовища, яка отримана в результаті двомірного моделювання в свердловинах Субботіна–2-1-403. На ній відображені особливості геологічного середовища, до яких належать: швидкості повздовжніх і поперечних хвиль (V_p , V_s), густина (ρ). Ефективною називають таку сейсмогеологічну модель мінімальної складності, для якої розрахункове хвильове поле задовільно узгоджується з реальним. У випадку тонкошаруватої будови відкладів нижнього майкопу використовується ефективна модель, що є комбінацією тонкошаруватих пачок у межах відбиваючих горизонтів M1-M7, з товстими шарами перекриваючих і підстилаючих порід. Розрахунок оптимальної потужності тонких пропластків розраховувався як чверть довжини

найкоротшої хвилі, що має достатню інтенсивність в спектрі зареєстрованих коливань. Така структура моделі відображає неоднакову диференціацію пружних властивостей у розрізі, забезпечує швидкість та економічність процесу моделювання за рахунок спрощення характеристик інтервалів що не мають самостійного інтересу при вивченні, а лише виступають у якості вміщуючої товщі. Абсорбція сейсмічної енергії враховувалась за рахунок визначення параметру добротності для потенційно поглинаючих товщ.

При побудові моделі використовувався принцип представлення геологічного розрізу у вигляді набору перекритих багатокутників (полігонів) з заданими акустичними параметрами середовища.

Система спостережень по профілю задавалась аналогічно до тієї, що використовувалась при реальних морських сейсмозвідувальних роботах. Загалом синтетичні сейсмічні траси розраховувались для 520 пунктів збудження, що розташовані по профілю на відстані 25 метрів один від одного. Довжина сейсмічної коси в перерахунку склала 3000 метрів. Тип сигналу симетричний з частотою 50 Гц.

Розроблений алгоритм аналізу сейсмогеологічних умов засобами синтетичного моделювання сейсмічних даних полягає у співставленні реального хвильового поля, отриманого в результаті польових сейсмозвідувальних робіт на площі Субботіна, з набором синтетичних хвильових полів отриманих у результаті сейсмічного моделювання.

Основна задача полягає у розрахунку синтетичних сейсмограм, що проводиться за принципом поетапного ускладнення початкової моделі з поступовим наближенням до моделі реального геологічного розрізу, тобто в кожен наступну модель додавались параметри, що частково ускладнювали сейсмогеологічні умови, як результат і хвильову картину. До таких параметрів належать: структурні елементи будови об'єкту досліджень, пружні властивості середовища, врахування ефектів поглинання. Перерахунок синтетичних сейсмограм відбувався кожного разу при внесенні змін в модель. Таким чином, згенеровані синтетичні сейсмограми надалі опрацьовувались за графом динамічної та спеціалізованої обробки, отримані синтетичні сейсмічні розрізи піддавалися атрибутному аналізу та подальшому співставленню з реальним хвильовим полем.

Узагальнений алгоритм еволюції початкової моделі наведено на рисунку 1. В основі методичних підходів динамічної обробки сейсмічних даних покладені алгоритми контролювання амплітуд корисного сейсмічного сигналу та підвищення роздільної здатності. На вхід подаються сейсмограми спільного пункту збудження сейсмічних коливань. За допомогою методичних підходів контролювання амплітуд послаблюється вплив на однократно відбитий сигнал різних типів завад та короткоперіодних реверберацій. При відповідному підборі параметрів обробки, алгоритми контролювання амплітуд дозволяють зберегти в записах сейсмограм інформацію про літологічний склад цільових горизонтів завдяки корекції амплітуди сигналу за сферичне розходження фронту хвилі, непружне поглинання та корекції амплітудних, частотних і фазових характеристик сигналу.

Для підвищення роздільної здатності сейсмічних даних виконується процедура деконволюції, яка забезпечує відновлення частотного спектру корисного сейсмічного сигналу та послаблення багатократних відбиттів-реверберацій. Фінальною процедурою контролювання амплітуд є широкопasmова фільтрація, корекція частотного спектру вхідних сейсмограм та формування сумарного часового розрізу. Широкопasmова фільтрація виконується в широкому частотному діапазоні для збереження частотного спектру корисних відбиттів.

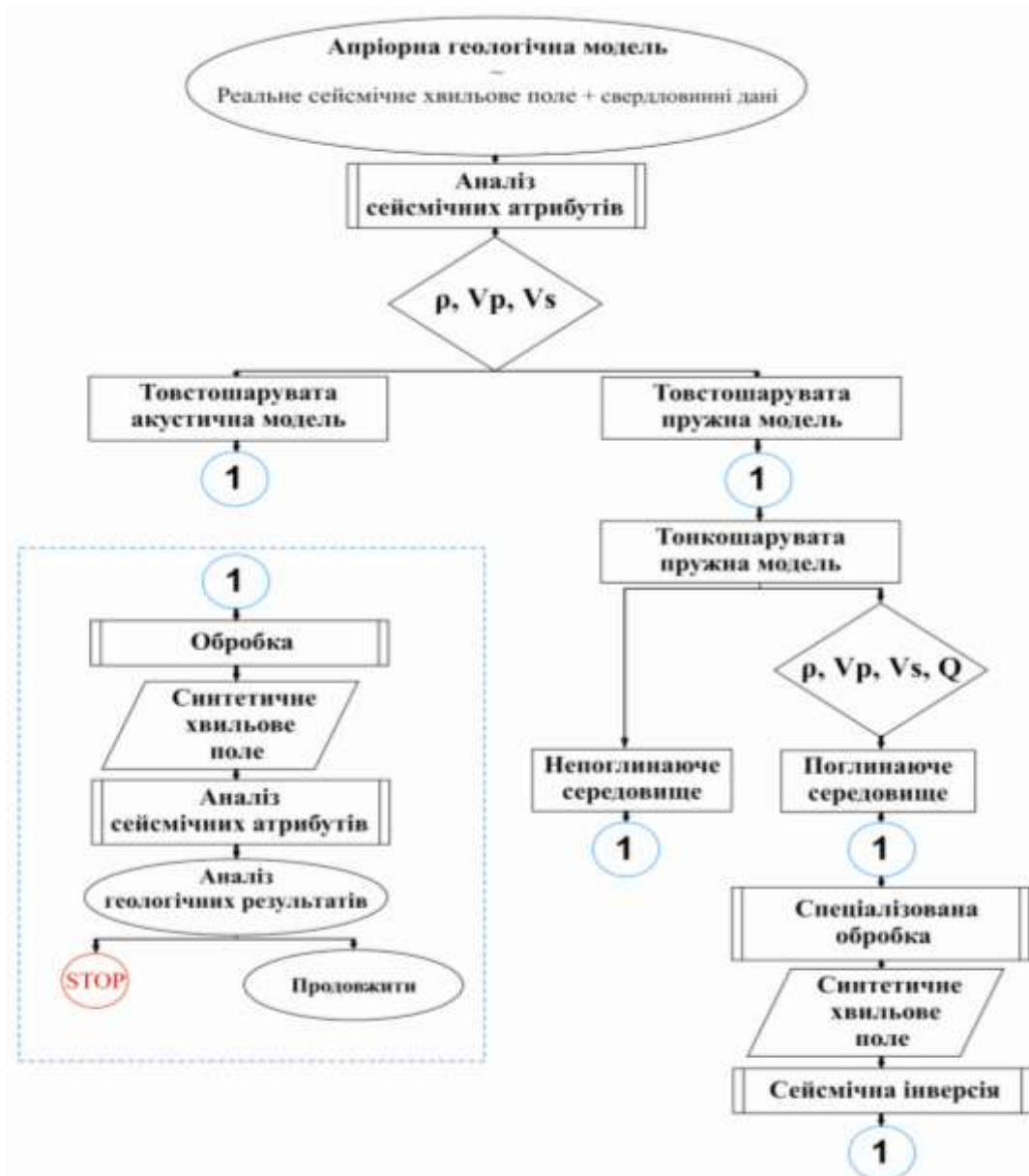


Рис. 1. Алгоритм аналізу сейсмогеологічних умов середовища засобами синтетичного моделювання хвильових полів. Пунктирною лінією виокремлено аналітичний цикл, що завершує кожний новий етап моделювання. Результат може бути прийнятий і отримати подальший розвиток у випадку доброї збіжності синтетичного та реального сейсмічних розрізів, або відхилений як незадовільний. Фінальна модель буде мати найвищий рівень складності, враховуватиме структурні неоднорідності, варіації швидкості та густини, а також ефектів поглинання в геологічному середовищі.

Окремо застосовано алгоритм спеціалізованої обробки автоматизованого підбору сейсмічних швидкостей, оскільки одним з головних чинників, що впливає на точність побудови геолого-геофізичної моделі досліджуваного об'єкту є побудова куба розподілу швидкостей спільної глибинної точки.

У ході досліджень, відібрано чотири моделі, що найкращим чином відображають реальну хвильову картину (табл. 1).

Таблиця 1

Порівняльна характеристика синтетичних сейсмічних моделей

Модель	Параметри
Товстошарувата пружна	Структурні: Сейсмокомплекси розділені відбиваючими горизонтами, для кожного з яких задано значення V_p та ρ .
	Пружні: Враховуються ефекти обміну хвиль, розподіл в середовищі хвиль стиснення та густина середовища, оцінюється швидкість хвиль зсуву.
	Поглинання: Не враховуються.
Тонкошарувата пружна за спеціалізованим алгоритмом обробки	Структурні: Сейсмокомплекси розділені відбиваючими горизонтами, для кожного з яких задано значення V_p та ρ .
	Пружні: Враховуються ефекти обміну хвиль, розподіл в середовищі хвиль стиснення та густина середовища, оцінюється швидкість хвиль зсуву.
	Поглинання: Не враховуються.
Тонкошарувата пружна частково - поглинаюча	Структурні: Окремі цільові сейсмокомплекси подрібнюються у відповідності до геологічних уявлень.
	Пружні: Враховуються ефекти обміну хвиль, розподіл в середовищі хвиль стиснення та густина середовища, оцінюється швидкість хвиль зсуву.
	Поглинання: Враховується у окремих прошарках цільових нижньомайкопських відкладів.
Тонкошарувата пружна поглинаюча	Структурні: Окремі цільові сейсмокомплекси подрібнюються у відповідності до геологічних уявлень.
	Пружні: Враховуються ефекти обміну хвиль, розподіл в середовищі хвиль стиснення та густина середовища, оцінюється швидкість хвиль зсуву.
	Поглинання: Враховується у товщі верхньомайкопських відкладів.

В результаті проведеного синтетичного моделювання на основі алгоритму аналізу сейсмогеологічних умов отримано чотири хвильові розрізи, що надалі порівнювались з реальним. У відповідності до загальних принципів аналізу двовимірних зображень, об'єкти порівняння розділені на окремі сегменти, що зберігають фізико-геологічний зміст (рис. 2). Порівняння виконується по сейсмокомплексам, які розділені між собою опорними відбиттями. Найбільш наочною є оцінка параметрів, що в цілому характеризують подібність або відмінність хвильових полів. До них належать: когерентність відбиттів та їх витриманість, амплітудно-фазові показники, динаміка та затухання сигналу. Більш контрастне виділення параметрів порівняння забезпечується засобами атрибутного аналізу.

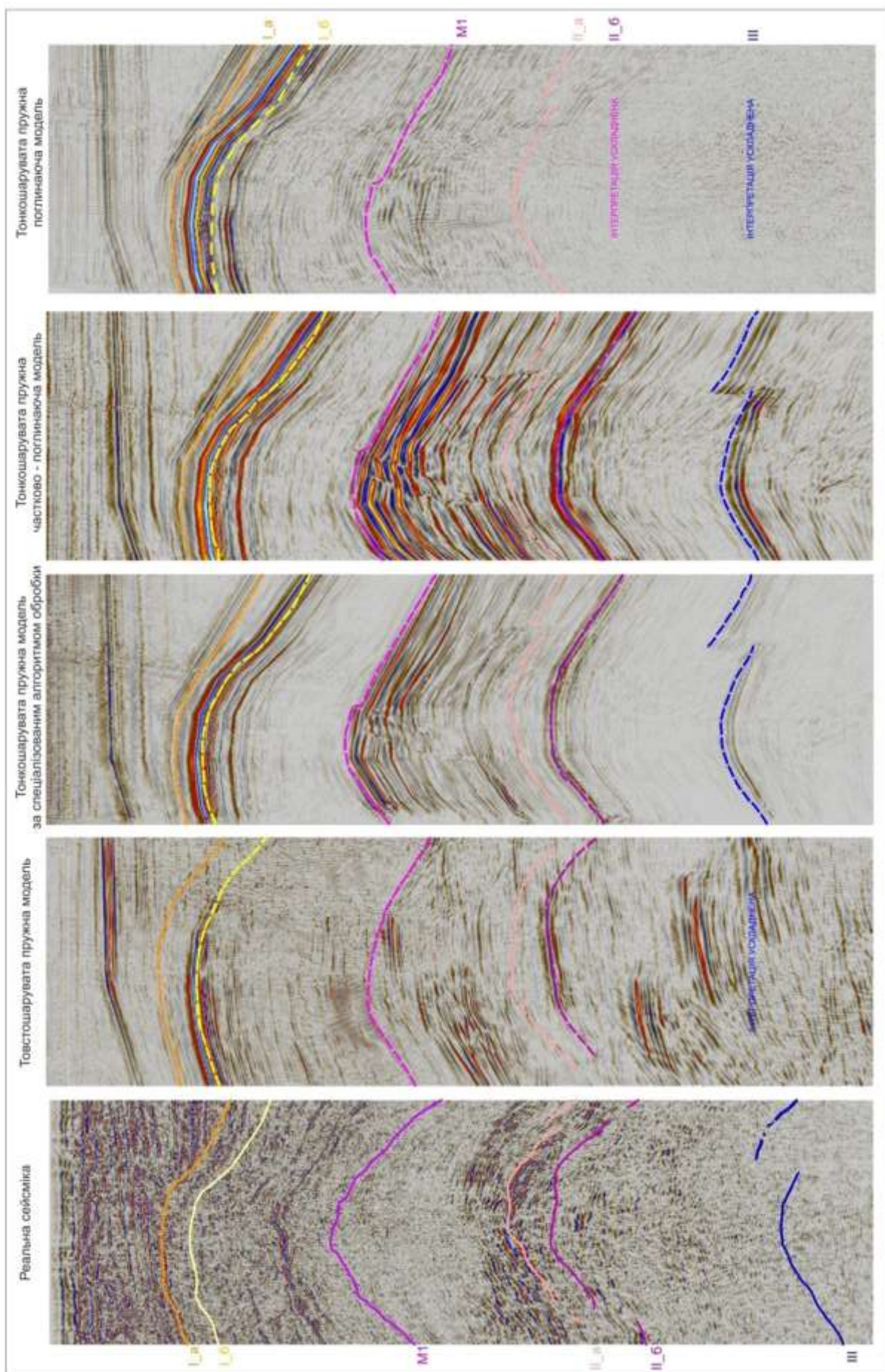


Рис. 2. Співставлення реального хвильового поля та синтетичних даних.

Основним результатом аналізу синтетичних сейсмічних розрізів отриманих за авторським алгоритмом стало встановлення причин слабкої відбиваючої здатності порід нижнього майкопу, що зумовлені поглинанням сейсмічної енергії на вищих стратиграфічних рівнях. Окремий вклад в контрастність сейсмічного розрізу вносить тонкошарувата будова відкладів нижнього майкопу та літологічний фактор.

В якості експериментального дослідження, керуючись уявленнями про геологічну будову досліджуваного об'єкта, отриману за результатами концептуального моделювання, зроблено спробу дослідити зони поширення тріщинуватості засобами аналізу тривимірних сейсмічних даних. Для таких цілей використано технологію Ant-Tracking реалізовану в програмному продукті Petrel 2009.1.

У роботі продемонстровані результати виділення зон тріщинуватості на основі атрибутивних кубів хаосу та когерентності. Зони тріщинуватості розташовані нерівномірно, у структурному плані відповідають найбільшим розломним порушенням, що перетинають структуру з північного сходу на південний захід. Досить добре підтверджуються концептуальні уявлення про розтріскування порід нижнього майкопу в осьовій частині антиклінальної структури Субботіна. Вертикальні розрізи вздовж лінії свердловин 2-1-403 вказують на системи тріщин різного розміру та направленості, що загалом узгоджуються з тектонічною моделлю родовища, значною мірою доповнюють її. Доповнення, перш за все, полягає у латеральній поширеності тріщин та їх блоковій локалізованості.

При проведенні досліджень акустично-пружних властивостей відкладів нижнього майкопу структури Субботіна виконана детерміністична інверсія на основі згорточної моделі в цільовому інтервалі відбиваючих горизонтів М1 та Па, результатом якої став куб розподілу значень акустичного імпедансу (AI). Розріз значень акустичного імпедансу структури Субботіна в межах горизонтів М1-Па можна розділити на дві акустичні зони. Перша зона від покрівлі М1 до покрівлі М4 – характеризується значеннями акустичних імпедансів, що лежать в межах від 5700 до 6500 (м/с*г/см³). Друга зона, відповідно, від покрівлі М4 і нижче – характеризується значеннями акустичних імпедансів, що лежать в межах від 6500 до 7400 (м/с*г/см³). Перша зона характеризується нижчою акустичною жорсткістю та більшою глинистістю, що підтверджується даними ГДС та аналізом керну. Друга зона характеризується вищою акустичною жорсткістю і більшим вмістом піщанистого матеріалу. Інтервали понижених значень акустичного імпедансу другої зони ймовірно можуть бути інтервалами розущільнення геологічного розрізу, а саме інтервалами покращених колекторських властивостей. Вертикальний розподіл значень акустичного імпедансу приймався за основу при побудові інтервальних карт.

У **четвертому розділі** описуються етапи створення комплексної моделі нижньомайкопських відкладів Прикерченського шельфу на прикладі структури Субботіна. На першому етапі створена структурна модель по інтерпретаційній сітці відбиваючих поверхонь М1-М6-Па та полігонів розломів мігрованого

сейсмічного кубу 3D у відкладах нижнього майкопу використовувалась при розподілі петрофізичних параметрів.

Структурна модель сіткою розломів розбита на блоки: Північний блок, в якому пробурена свердловина Субботіна-3; Центральний блок з свердловиною Субботіна-403, Південний блок в якому пробурені свердловини Субботіна-1 та Субботіна-2. Основні розломи порушення направлені з північного сходу на південний захід.

Простір у межах отриманого структурного каркасу поділено на елементарні комірки, та пропорційно розділено на шари у відповідності до прийнятої моделі накопичення відкладів. Таким чином, створена сітка ґриду методом «кутової точки» повторює форму структурних поверхонь, у межах якої проходило моделювання петрофізичних параметрів. Головним недоліком такого типу побудов є автономність інтерполяції кожного з параметрів. У випадку неоднорідності відкладів на окремих ділянках існує можливість отримати невідповідність одних параметрів до інших у одній і тій самій свердловині.

В роботі використовувались дані інтерпретації геофізичних досліджень в свердловинах Субботіна-403, Субботіна-1, Субботіна-2, Субботіна-3, а саме криві коефіцієнту відкритої пористості, глинистості, піщанистості. Криві петрофізичних параметрів перераховані на цифрову сітку ґрида в околі свердловини. Тут існує проблема взаємовідношення потужності пласта колектора, що досягає у кращому випадку перших метрів, і мінімальної потужності комірки ґриду, що відповідно складає у середньому 11 метрів. З одного боку зменшення потужності комірки ґриду унеможлиблює розрахунок об'ємного розподілу через можливості комп'ютерної техніки, з іншого, нівелювання колектора значною мірою погіршить прогноз. З цієї причини у комірку перераховувались середньоарифметичні значення петрофізичних параметрів.

З метою отримання найбільш достовірного розподілу колекторів у відкладах нижнього майкопу, використовувались дві розрахункові методики. На першому етапі були отримані куби фільтраційно-ємнісних властивостей на основі стохастичного розподілу свердловинних даних. На другому етапі були отримані моделі фільтраційно-ємнісних властивостей (ФЄВ) на основі детерміністичного моделювання за трендом акустичного імпедансу. В подальшому результати моделювання за обома методиками порівнювалися між собою. За оціночними ефективними параметрами ФЄВ отримано куби якісного розподілу колекторів на основі їх граничних значень. Відокремлено найбільш перспективні ділянки розвитку зон покращених колекторських властивостей.

Методико-технологічна схема досліджень перспективних об'єктів в межах Прикерченського шельфу, передбачає використання методів повнохвильового моделювання, атрибутного аналізу та акустичної інверсії реальних і синтетичних сейсмічних даних, тривимірного моделювання. Найбільш широкого застосування набуває на етапах інтерпретації, концептуального та робочого моделювання. Тут, в основному, вирішуються задачі встановлення взаємозв'язків між будовою геологічного середовища та його відображенням в хвильовому полі, а також верифікації та контролю якості вхідних даних. Розроблену методико-технологічну схему побудови комплексної моделі відкладів нижнього майкопу в межах

Прикерченського шельфу інтегровано в технологічний ланцюжок обробки-інтерпретації сейсмічних даних.

ВИСНОВКИ

1. Розроблено алгоритм аналізу сейсмогеологічних умов засобами синтетичного моделювання сейсмічних даних, суть якого полягає у співставленні реального хвильового поля, отриманого в результаті польових сейсморозвідувальних робіт, з набором синтетичних хвильових полів отриманих у результаті сейсмічного моделювання.

2. На основі розробленого алгоритму аналізу сейсмогеологічних умов відкладів нижнього майкопу Прикерченського шельфу із застосуванням повнохвильового моделювання сейсмічних даних встановлено, що вагому роль у динамічній контрастності хвильової картини нижнього майкопу відіграють поглинаючі властивості відкладів вищих стратиграфічних рівнів.

3. За результатами атрибутного аналізу реальних та синтетичних даних визначені зони потенційної тріщинуватості відкладів нижнього майкопу структури Субботіна.

4. Систематизовано концептуальні уявлення про геологічну будову відкладів нижнього майкопу Прикерченського шельфу, та визначені чинники, що потенційно контролюють нафтогазоносність порід колекторів, серед яких найбільш впливовим є літологічний.

5. Створено модель розподілу зон покращених колекторських властивостей для порід нижнього майкопу структури Субботіна на основі граничних значень фільтраційно-ємнісних параметрів.

6. Розроблені методичні підходи адаптовані в сучасні автоматизовані системи комплексного геолого-геофізичного моделювання та апробовані на реальних 3D сейсмічних даних.

7. Ефективність побудованої комплексної геолого-геофізичної моделі розподілу колекторів нижнього майкопу структури Субботіна підтверджуються результатами буріння свердловин та їх геофізичних досліджень.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Цибульський В.А. Перспективы применения процедур полномасштабного моделирования сейсмического поля для решения задач поиска углеводородов / Цибульський В.А. – Проблеми нафтогазової промисловості: зб. наук. праць. – Вип. 10. – К., 2012. – С.133.

2. Цибульський В.О. Методика проведення повнохвильового моделювання сейсмічного поля в межах Українського сектору Прикерченського шельфу Чорного моря / В.О. Цибульський, П.М. Кузьменко, А.П. Тищенко // Вісн. Київ. ун-ту. Сер. Геологія. – 2012. – № 57. – С. 17–21.

3. Цибульський В.О. Оцінка впливу геологічної будови об'єкту на сейсмічне хвильове поле / В.О. Цибульський, С.О. Склярів, П.М. Кузьменко // Науковий вісник ІФНТУНГ – 2013. – №1 (34). – С.14–24.

4. Кузьменко П.Н. Особенности построения геолого-геофизических моделей месторождений углеводородов Черного моря / П.Н. Кузьменко, В.А. Цыбульский, А.П. Тищенко, А.В. Авраменко, В.Н. Шкапа // *Geopetrol 2012*: сб. науч. трудов. – nr 182 – Krakow, 2012. – С. 487–493.
5. Авраменко А.В. Дослідження імпедансних характеристик нижньомайкопських відкладів структури Субботіна / А.В. Авраменко, В.О. Цибульський, П.М. Кузьменко, В.М. Шкапа // *Проблеми нафтогазової промисловості*: зб. наук. праць. – Вип. 9. – К., 2011. – С. 123–128.
6. Авраменко А.В. Построение параметрической модели распределения коэффициента пористости в перспективных отложениях Каркинитского прогиба / А.В. Авраменко, В.А. Цыбульский, П.Н. Кузьменко, В.Н. Шкапа // *Проблеми нафтогазової промисловості*: зб. наук. праць. – Вип. 10. – К., 2012. – С. 151.
7. Бойко П.І. Елементи побудови структурної моделі по кубу сейсмічних даних / П.І. Бойко, В.О. Цибульський // *IV Всеукраїнська молодіжна конференція-школа – Сучасні проблеми геологічних наук: матер. наук. конф.* – Київ, 2012.
8. Цибульський В.О. Моделювання розподілу петрофізичних параметрів в нижньомайкопських відкладах структури Субботіна / В.О. Цибульський, П.М. Кузьменко, А.П. Тищенко, А.В. Авраменко, В.М. Шкапа // *Проблеми нафтогазової промисловості*: зб. наук. праць. – Вип. 9. – К., 2011. – С. 145–151.
9. Цыбульский В.А. Анализ современных подходов к построению геолого-геофизических моделей месторождений нефти и газа / В.А. Цыбульский, П.Н. Кузьменко, А.П. Тищенко // *X th International Conference on Geoinformatics – Theoretical and Applied Aspects*: матер. междунар. науч. конф. – Киев, 2012.
10. Цыбульский В.А. Полноволновое моделирование сейсмических данных на структуре Прикерченского шельфа / В.А. Цыбульский, П.Н. Кузьменко, А.П. Тищенко // *XI th International Conference on Geoinformatics – Theoretical and Applied Aspects*: матер. междунар. науч. конф. – Киев, 2012.
11. Цибульський В.О. Моделювання сейсмічного хвильового поля в умовах тонкошаруватого розрізу / В.О. Цибульський // *X Міжнародна наукова конференція – Моніторинг геологічних процесів та екологічного стану середовища*: матер. міжнар. наук. конф. – Київ, 2012.
12. Цибульський В.О. Перспективи застосування сейсмостратиграфічного аналізу майкопських відкладів в межах акваторії Чорного моря / В.О. Цибульський, А.В. Авраменко, В.М. Шкапа // *IV Всеукраїнська молодіжна конференція-школа – Сучасні проблеми геологічних наук: матер. наук. конф.* – Київ, 2012.
13. Шкапа В.М. Дослідження характеристик акустичного імпедансу осадового чохла українського сектора акваторії Чорного моря за даними сейсмічної інверсії / В.М. Шкапа, А.В. Авраменко, В.О. Цибульський, П.М. Кузьменко // *Проблеми нафтогазової промисловості*: зб. наук. праць. – Вип. 9. – К., 2011. – С. 137–142.
14. Tsybulskiy V. Development of initial geological model verification technique / Tsybulskiy V., Kuzmenko P. // *75th EAGE Conference & Exhibition – London 2013*.

АНОТАЦІЯ

Цибульського В.О. Комплексна геолого-геофізична модель нижньомайкопських відкладів Прикерченського шельфу. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата геологічних наук за спеціальністю 04.00.22 – геофізика. – Київський національний університет імені Тараса Шевченка МОН України, Київ, 2013.

Дисертація присвячена вирішенню актуальної проблеми – розробці методичних основ підвищення надійності та достовірності результатів нафтогазопошукових робіт в умовах тонкошаруватого, заглинизованого розрізу порід колекторів нижньомайкопської серії Прикерченського шельфу (на прикладі структури Субботіна).

Захищається методико-технологічна схема дослідження сейсмогеологічних умов на основі повнохвильового моделювання. Одержані результати дозволяють встановити залежність між геологічною будовою об'єкту досліджень та динамічними особливостями сейсмічного сигналу. Засобами атрибутного аналізу сейсмічних даних досліджено тріщинуватість відкладів нижнього майкопу, викладено припущення про зв'язок тріщинуватості та нафтогазоносності. В роботі розглядається тривимірна модель розподілу зон покращених колекторських властивостей на основі граничних значень фільтраційно-ємнісних параметрів.

Ключові слова: сейсмічні дані, повнохвильове синтетичне моделювання, атрибутний аналіз, інверсія, фільтраційно-ємнісні параметри.

АННОТАЦИЯ

Цыбульский В.А. Комплексная геолого-геофизическая модель нижнемайкопских отложений Прикерченского шельфа. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата геологических наук по специальности 04.00.22 – геофизика. – Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко МОН Украины, Киев, 2013.

Прирост запасов углеводородов является приоритетной задачей обеспечения энергетической безопасности государства. В Украине наибольшим нефтегазовым потенциалом обладают акватории Черного и Азовского морей, однако изученность данного региона сравнительно мала. Особого внимания заслуживает ряд структур в пределах Южно-Керченского ответвления Индоло-Кубанского прогиба, продуктивность которых связывают с олигоценовыми породами нижнего майкопа. Анализ результатов региональных и детальных сейморазведывательных работ по таким объектам продемонстрировал чрезвычайную сложность существующих сейсмогеологических условий и выявил неоднозначность толкования геологических и геофизических данных.

Диссертация посвящена решению актуальной проблемы – разработке методических оснований повышения надежности и достоверности результатов нефтегазопроисковых работ в условиях тонкослоистого, глинистого разреза пород коллекторов нижнемайкопской серии Прикерченского шельфа (на примере структуры Субботина).

В результате анализа современного состояния подходов и методов изучения месторождений нефти и газа выделены возможности и ограничения сейсмической разведки в комплексе с геофизическими исследованиями в скважинах, дано определение двум уровням моделирования, концептуальному и рабочему.

Обоснована целесообразность применения процедур полномасштабного моделирования сейсмических данных для решения задач структурной и литологической интерпретации. В работе акцентировано внимание на важность применения алгоритмов специализированной обработки сейсмических данных при выполнении динамической интерпретации.

Защищается методико-технологическая схема исследования сейсмогеологических условий на основе полномасштабного моделирования. Конечные результаты позволяют установить зависимость между геологическим строением объекта исследований и динамическими особенностями сейсмического сигнала. Посредством атрибутивного анализа сейсмических данных исследованы зоны трещиноватости в отложениях нижнего майкопа, изложено допущение о связи трещиноватости и нефтегазоносности.

Апробация методики на реальных данных доказывает ее готовность к производственному использованию.

Ключевые слова: сейсмические данные, полномасштабное синтетическое моделирование, инверсия, фильтрационно-емкостные параметры.

SUMMARY

Tsybulskiy V.O. Integrated geological-geophysical model of Lower-Maykopian deposits within the Kerch shelf. – Manuscript.

The thesis for a Candidate Degree in Geology. Specialty 04.00.22 – Geophysics. – Taras Shevchenko National University of Kyiv of MES of Ukraine, Kyiv, 2013.

The work is devoted to solving the actual problem – development of methodological foundations that improve reliability and accuracy of oil and gas exploration in condition of the thin-layered, muddiness Lower Maykopian deposits of Subbotina field within the Kerch shelf of the Black Sea.

Defended the method of geological conditions verification, that based on full-wave modeling of seismic data. These results allow us to establish the relationship between the geological structure of the researched object and dynamic characteristics of the seismic signal. By means of attribute analysis of seismic data the fracturing studied at Lower Maykopian deposits. The assumptions about relationship between fracturing and oil and gas accumulation were state. This paper considers a three-dimensional model of the distribution areas of improved reservoir properties that based on boundary values of filtration and capacitive parameters.

Keywords: seismic data, full-wave modeling, attribute analysis, inversion, filtration-capacitive parameters.