

УДК 550.834.015

Т. Кузьменко, асп.

E-mail: kuzmenko_tm@ukr.net

А. Тищенко, канд. геол. наук, доц.

E-mail: aptyshchenko@gmail.com

П. Кузьменко, канд. геол. наук, доц.

E-mail: pavlokn@ukr.net

Київський національний університет імені Тараса Шевченка
ННІ "Інститут геології", вул. Васильківська, 90, м. Київ, 03022, Україна

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПОБУДОВИ ГЕОЛОГО-ГЕОФІЗИЧНИХ МОДЕЛЕЙ РОДОВИЩ ВУГЛЕВОДНІВ

(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром геол. наук, проф. О.М. Карпенком)

У роботі розглянуто аспекти побудови геолого-геофізичних моделей родовищ вуглеводнів та окреслено перспективу їхнього застосування в сучасному геологорозвідувальному процесі. Проведено ретроспективний аналіз уявлень та методики побудови геолого-геофізичних моделей. Охарактеризовано підходи, орієнтовані на автоматизацію всього процесу аналізу та обробки інформації, що починається з введення первинних сейсмічних даних, їх обробки, інтерпретації, закінчуючи створенням моделі площі або родовища та їх експлуатацією. Наведено класифікацію геолого-геофізичних моделей за стадіями геологорозвідувальних робіт.

Ключові слова: комплексна геолого-геофізична модель родовища (ГТМ), родовище вуглеводнів, синтетичне моделювання сейсмічних даних, ефективна сейсмогеологічна модель, методи моделювання.

Вступ. Одним із перспективних напрямків досліджень нафтогазоносних об'єктів є побудова їх комплексних геолого-геофізичних моделей з подальшою корекцією у процесі розвідки та експлуатації. Такий підхід сформований за останні 10-15 років і розвивається передовими науковими установами, видобувними та сервісними компаніями світу. За світовим досвідом, геолого-геофізична модель на основі поточного розуміння умов утворення та формування покладів вуглеводнів (ВВ) дозволяє послідовно й змістовно вивчати перспективні геологічні об'єкти у всіх аспектах: геологічному, технологічному й економічному. Суть концепції полягає в уніфікації форми подання всього комплексу даних про геологічний об'єкт. Оперування даними проводиться за допомогою сучасних інформаційно-обчислювальних засобів по всіх видах досліджень та проектних вишукувань, а також – супроводу (моніторингу) комплексу виробничих та технологічних процесів.

Динаміка розвитку систем геологічного моделювання в Україні дещо знижена порівняно зі світовою динамікою. Це, перш за все, пов'язано з порівняно невеликою вуглеводневою базою, загальною виснаженістю родовищ, а отже, й меншою кількістю інвестицій у нафтогазову галузь. Незважаючи на це, фахівцями, науковими та виробничими установами України за останні 5-7 років виконано велику кількість робіт, в основу яких покладено геолого-геофізичне моделювання з використанням новітніх програмних засобів.

Обґрунтування підходів до побудови моделей геологічного середовища. Побудова моделей перспективних на нафту та газ об'єктів є невід'ємним атрибутом сучасного геологорозвідувального процесу. В нафтогазовій галузі, як і в будь-якій сфері діяльності, людина застосовує методи моделювання. З метою підвищення надійності та достовірності результатів розвідувальних робіт під час пошуків і розвідки родовищ ВВ на сучасному етапі найбільш ефективною є методика й технологія комплексного аналізу даних сейсморозвідки та свердловинної геофізики, тобто побудова геолого-геофізичної моделі площі або родовища.

Фізичними передумовами комплексної інтерпретації є наявність прямих і непрямих зв'язків між полями, що реєструються на денній поверхні та у свердловині, і розташованими на глибині з нафтогазовими покладами, які приурочені до структур різних типів. Також для комплексного розуміння необхідне розуміння історії геолого-тектонічного формування родовищ і процесів накопичення ВВ. Формування будь-якого родовища ВВ

контролюється фізичними процесами, що призводять до змін первинного стану й структури вміщуючих порід із залученням до розробки й експлуатації складнобудованих родовищ у пошуково-розвідувальному плані: розташування свердловин з інтервалом у 500 м одна від одної, які можуть розкривати розрізи, що суттєво відрізняються за літологічним складом, фільтраційно-ємнісними властивостями тощо.

На сьогоднішній день приріст запасів нафти та газу, підтримка та збільшення власного видобутку пов'язані із залученням до розробки й експлуатації складнобудованих родовищ у пошуково-розвідувальному плані: розташування свердловин з інтервалом у 500 м одна від одної, які можуть розкривати розрізи, що суттєво відрізняються за літологічним складом, фільтраційно-ємнісними властивостями тощо.

Сучасними дослідниками створено значну кількість теоретичних, емпіричних, напівемпіричних моделей середовищ [3, 15], за допомогою яких можна досить добре описати реальне середовище та здійснити прогноз значень пружних параметрів. З урахуванням наявної різноманітності моделей, важливе значення має вибір певної моделі ефективного середовища, яка б найбільш повно відображала апріорну геологічну інформацію. Отримана модель дозволяє зрозуміти, зміна яких параметрів (пористість, насичення тощо) або їх комплексу має найбільший вплив на характеристики сейсмічного сигналу, правильно проінтерпретувати результати сейсмічної інверсії й надалі знизити геологічні ризики під час планування розвідувального та експлуатаційного буріння. [12]

Якісно нові можливості комплексної інтерпретації кінематичних і динамічних параметрів даних сейсморозвідувальних досліджень відкривають сучасні комп'ютерні технології обробки та інтерпретації сейсмічних даних, що одержують за методикою багатократних перекриттів. Детальне вивчення ефективних параметрів часових полів і полів амплітуд, уведених у розгляд Ю.В. Різниченком [9] і Н.Н. Пузирьовим [8], дозволило не тільки підвищити точність вимірювання й достовірність виділення сейсмічних хвиль на тлі різноманітних завад, але й одержувати дані для уточнення латеральної та вертикальної неоднорідностей розрізу шляхом розв'язку зворотних кінематичних і динамічних задач.

Вирішенням цих завдань, починаючи з 80-х років ХХ ст., займалися вчені колишнього СРСР: С.П. Герельман, А.К. Яновський, М.Б. Коростишевський, Г.Н. Боганик, А.К. Урупов [11], Ф.М. Гольцман, С.В. Гольдін, Р.М. Бем-

бель, В.М. Глоговський, Г.Н. Гогоненков, С.Н. Птецов, А.Г. Авербух, З.Н. Лозінський, Е.А. Козлов [6], І.А. Мушин, В.С. Черняк, С.А. Гриценко, Д.І. Судварга та ін.; і за межами СРСР: Berkhout, Waters, Anstey, Kleyn, Claerbout, Yilmaz, Dobrin, Savit, Cara, Telford, Kearney, Brooks, Henri, Sheriff, Geldart, Brouwer, Helbig, Brown, Lines, Newrick, Ikelle, Amundsen.

Геологічні об'єкти загалом і нафтогазові родовища зокрема відносяться до класу доволно організованих систем, які в більшості випадків не підлягають детальному кількісному опису у строгой математичній формі. Тому на практиці замість визначення залежностей, які детально описують об'єкт, використовується поняття геолого-геофізичної моделі, що являє собою апроксимований варіант об'єкта й характеризує найбільш суттєві риси його будови. При цьому ступінь апроксимації прямо залежить від фактичних геологічних даних (кількості об'єктів вивчення), які використовуються як еталони або навчальні приклади.

Як показує досвід, за допомогою сформованої комплексної геолого-геофізичної моделі родовища (ГГМ) можна за багатомірними геолого-геофізичними характеристиками не тільки виявити контури покладу ВВ у рамках площ вивчення, але й за наявності свердловинних даних провести, з достатнім ступенем достовірності, кількісну оцінку характеру зміни різних прогнозних

параметрів, які визначають колекторські властивості порід, ступінь нафтогазонасиченості й дати оцінку прогнозних ресурсів ВВ.

ГГМ будується шляхом заповнення сформованого геометричного каркасу об'єкту досліджень (геометричної моделі) літофаціальними, петрофізичними та фільтраційно-ємнісними властивостями за визначеними функціональними залежностями [5].

Узагальнена технологічна схема побудови комплексної ГГМ представлена на рис. 1. Такий підхід дозволяє простежити розвиток моделі залежно від кількості наявної інформації та робить можливим планування подальших геологорозвідувальних робіт під час пошуків і розвідки родовищ ВВ.

На рис. 2 наводиться приклад зональної ГГМ у межах акваторії Чорного моря.

Поняття ефективної геологічної моделі у сучасному науковому світі наразі точно не визначене. Ймовірно, це поняття не може бути до кінця визначене через те, що інформаційні складові моделі часто відображають лише сучасний стан геологічної науки, її технічних засобів і можливостей дистанційних методів [14]. Виходячи з цього, слід навести опис компонентів геологічних моделей, їх інформаційних складових і самого процесу моделювання (табл. 1).

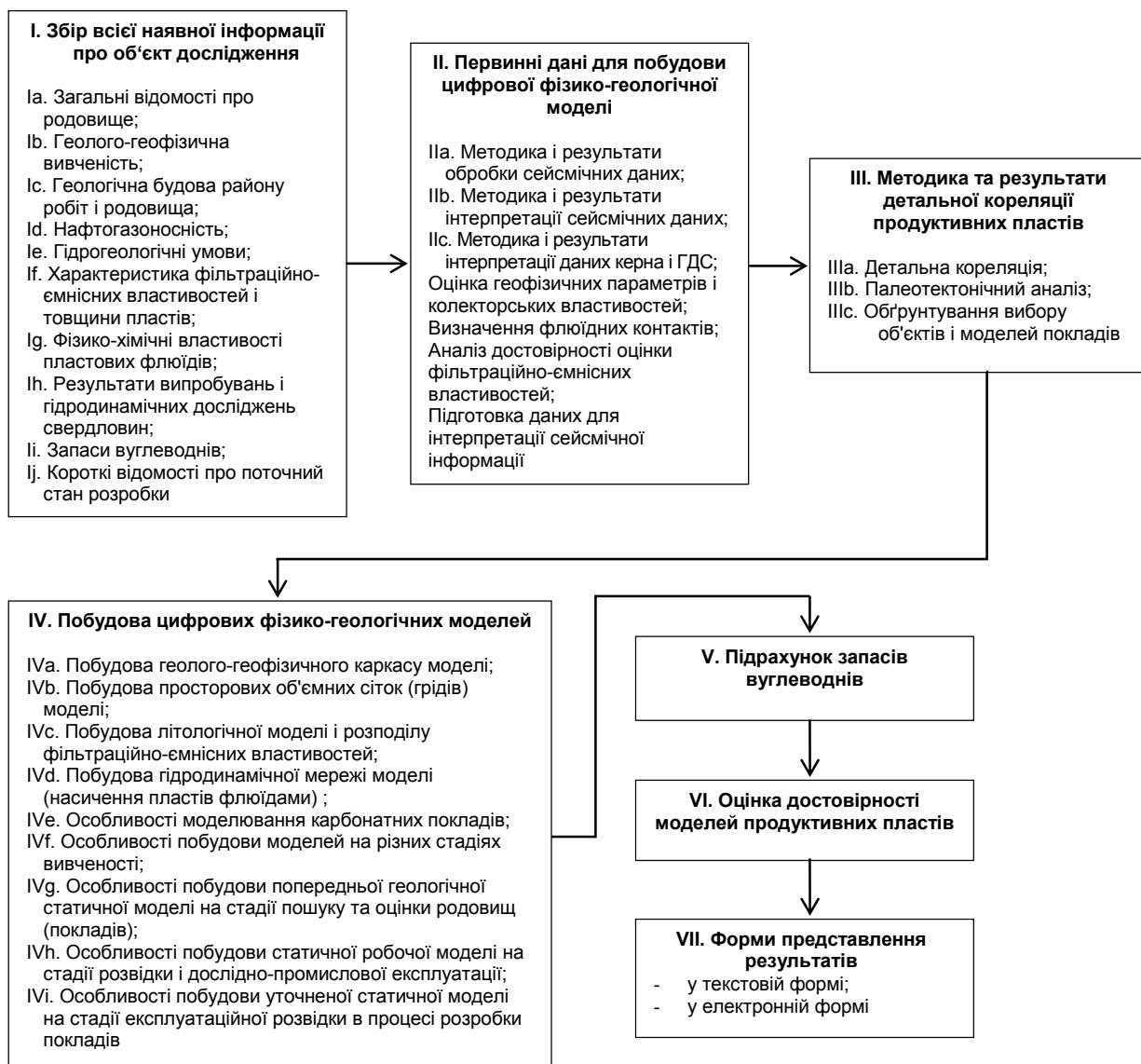


Рис. 1. Технологічна схема побудови комплексної геолого-геофізичної моделі [4]

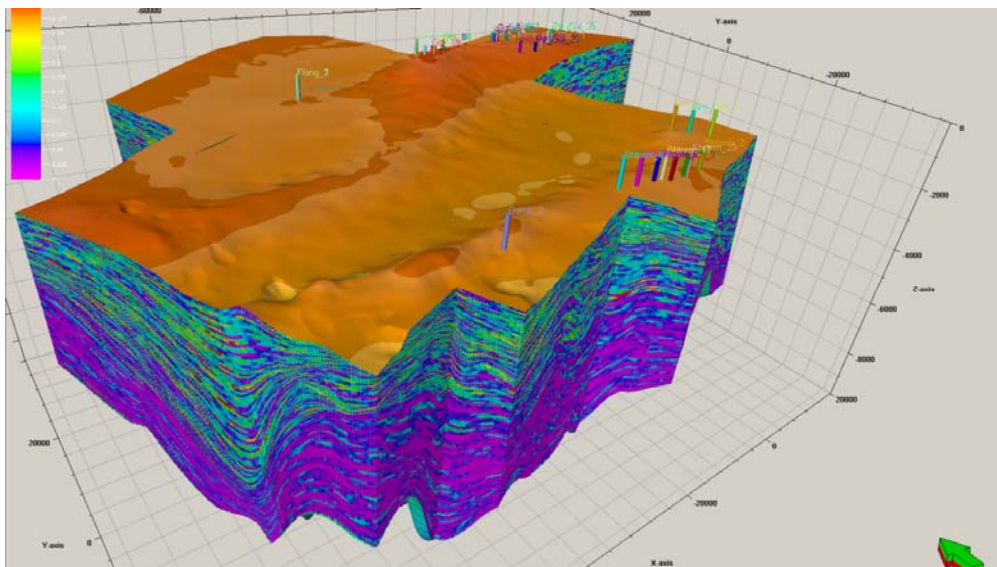


Рис. 2. Зональна геолого-геофізична 3D модель

Таблиця 1

Класифікація ГГМ за стадіями геологорозвідувальних робіт від прогнозних до визначених компонент моделі.
Модель (еволюційні варіанти модельних уявлень)

	Геологічна		Фізико-геологічна		
	Первинна	Зональна	Структурна	Статична	Динамічна
Прогнозні компоненти моделі	Визначені перспективи нафтогазоносності території	Визначене просторове розміщення структуроутворюючих елементів та зон формування пасток вуглеводнів	Геометрична (структурна) будова нижнього напівпростору, визначена по сейсмічних відбиваючих горизонтах на основі обробки інтерпретації сейсмозаписів з аналізом швидкісних параметрів хвиль та динамічних характеристик сейсмічних сигналів	Просторова будова об'єкту досліджень з визначенням положення геологічних границь, поверхонь неузгоджень, інтрузій та розщільнених зон, а також з встановленими або оціненими характеристиками літофаціального складу (колекторських властивостей) та флюїдоносичності гірських порід	Просторовий розподіл нафтогазонних об'єктів з визначеними емнісними та фільтраційними характеристиками продуктивних утворень, складом і параметрами флюїдів, включаючи фазові проникнення, з встановленим розподілом гідродинамічних зв'язків і заданою схемою розробки покладів, включаючи експлуатаційні показники, а також динамічну структуру (інформаційну систему) аналізу характеристик реальних та модельних процесів видобутку вуглеводневої сировини
	Структурно-тектонічні схеми за основними седиментаційними (стратиграфічними) комплексами та диз'юнктивними дислокаціями; геоінформаційна (географічна) база даних; загальна інформація про реальні або передбачувані (за прогнозами, за аналогіями) петрофізичні й колекторські властивості геологічних утворень, включаючи емнісні та фільтраційні параметри; загальні відомості про нафтогазоносність району з наближеними кількісними характеристиками потенційних пасток вуглеводнів і покладів; орієнтовні дані щодо промислово-фізичних властивостей	Узагальнені дані про відповідність промислово-фізичних властивостей гірських порід визначеним перспективним стратиграфічним одиницям або тектонічним блокам; стохастичні закономірності, що описують залежності розподілу перспектив нафтогазоносності відносно характерних структурних форм фундаменту та осадового чохла, прогнозні характеристики продуктивних товщ за аналогією з районами нафтогазовидобування, які межують з територією досліджень	Опосередковані оцінки емнісних та фільтраційних характеристик осадових утворень; стохастичні зв'язки між атрибутами сейсмічного хвильового поля (швидкісними і динамічними) та оцінними параметрами колекторських властивостей і насиченістю колекторів; узагальнені дані про типи та діагностичні ознаки пасток нафти та газу	Функціональні або стохастичні зв'язки між визначеними властивостями колекторів та характеристиками пасток вуглеводнів розрізу; прогнозні параметри таких пасток та дані про пластові умови за аналогією з відомими продуктивними об'єктами	Дані про стан насиченої товщі, в першу чергу, – тиски й очікувані дебіти свердловин
	Проектування регіональних досліджень	Проектування регіональної або пошукової 2D сейсморозвідки	Проектування детальної сейсморозвідки 2D, 3D, пошукового буріння	Проектування високороздільної сейсморозвідки 3D, розвідувального буріння	Проектування розробки покладів та моніторингу експлуатації родовища

Будь-яке моделювання, в тому числі й геологічне, припускає, що ми замінюємо реальний природний об'єкт на деяке уніфіковане уявлення про нього. При цьому доводиться висувати гіпотези як про незначні відхилення тих чи інших властивостей реального об'єкта від прийнятих значень параметрів моделі, так і про геологічні процеси, які в подальшому можуть і не підтвердитися.

Моделювання та геологічні моделі:

1) Об'єкт.

Процес переходу об'єкта від одного типу до іншого знаходить відображення як у стадійності пошуково-розвідувальних робіт, так і в категорійності запасів і ресур-

сів нафти та газу. Це відноситься й до об'єктів типу резервуарів, у яких відбуваються гідродинамічні процеси. Таким чином, стадійність нафтового проекту визначає різницю між геологічними об'єктами на різних етапах.

2) Параметри й характеристики об'єкту.

Група 1 – прямі характеристики геологічного середовища: пористість, глибина покрівлі, нафтогазонасиченість і т. ін.

Група 2 включає непрямі характеристики геологічного середовища, що дозволяють визначити або розрахувати параметри *групи 1*: позірний опір, час пробігу хвилі

t_0 та ін. Необхідно враховувати зміни параметрів у просторі залежно від розмірів моделі й поставлених задач.

3) Процес моделювання.

Постановка завдання.

Збір вихідних даних. Для нафтових проектів – це дані сейсмо-, граві- й магніторозвідки, ГІС, аналіз керна, фізико-хімічних властивостей, результати випробувань та ін.

Верифікація даних – аналіз якості даних і видалення з подальшого моделювання бракованих або недостовірних даних, перевірка на відповідність різних методів. Обов'язки фахівців: знання роздільної здатності методів та їх достовірності, розуміння можливих технічних чи технологічних особливостей отримання інформації.

Моделювання – перерахунок непрямих геолого-геофізичних параметрів у характеристики середовища, або інтерпретація даних, інтерполяція точкових даних на весь геологічний обсяг, побудова моделі, аналіз результатів та їх оцінка.

4) Розробка та експлуатація.

Побудова тривимірних моделей на основі дослідних робіт та архівних даних. Вихідна інформація, її повнота й достовірність багато в чому визначають точність і коректність моделей.

Архіви – забезпечення збереження, доступності та повноти інформації. Люди, що формують архіви, не несуть відповідальності за якість даних, коректність їх отримання, підтвердження їх подальшими дослідженнями тощо.

Отримані результати зберігаються в *базах даних*, які відрізняються від архівів перевіркою однозначності інформації, достовірністю та програмним забезпеченням.

Геологічні моделі. Для нормального інформаційного забезпечення нафтових проектів необхідна наявність усіх трьох елементів: архівів, баз даних і геологічних моделей.

5) Створення та моніторинг геологічних моделей.

Відмінна особливість моделей полягає в тому, що вони не просто створюються на якійсь стадії нафтового проекту, але й мають можливість розвитку, уточнення, моніторингу. Набір засобів, у тому числі й комп'ютерних, для інтерпретації та інтерполяції параметрів, ув'язування методів, що мають різну роздільну здатність, дуже великий, тому "повторення експерименту" неможливе.

Сейсмогеологічна модель – як частковий випадок комплексної ГГМ. Серед геофізичних методів сейсморозвідка займає домінуючу позицію у технологічному ланцюжку моделювання родовищ ВВ. Окрім традиційних задач встановлення геометричної будови нафтогазоносних об'єктів, останнім часом став можливим перехід до безпосереднього визначення фізичних параметрів середовища за сейсмічними даними [13]. Зокрема, на сучасному етапі важливою складовою геологорозвідувального процесу є сейсмічні дослідження, для яких досконалість методики спостережень, якість обробки й інтерпретації даних значною мірою обумовлюють достовірність прогнозування геологічної будови продуктивних структур.

Геологічна модель розв'язує статичну задачу відтворення геометричної структури нафтогазонасичених комплексів і розподілу щільності запасів у об'ємі. Така модель є базовою на подальших етапах моделювання з визначеними функціями оперування даними, розрахунками та візуалізацією результатів.

Хоча сейсмічні методи моделювання родовищ нафти та газу на даний час широко застосовуються в Україні, однак, з певних причин, у вітчизняній літературі цей напрямок висвітлений порівняно мало. Натомість, у міжнародній практиці розробки покладів ВВ сейсмічні методи моделювання посідають важливе місце.

Геолого-математичне моделювання застосовується для кількісного аналізу систем розробки покладів ВВ та

експериментального обґрунтування робочого процесу експлуатації. Геолого-математична модель – формальний опис пластових умов, явищ та процесів, які відбуваються при розробці. Геолого-математичне моделювання має значно довшу історію розвитку, детально розроблену теоретичну базу, програмне забезпечення.

На даний час відбувається об'єднання сейсмогеологічного та геолого-математичного методів моделювання, які спрямовані на відтворення структури родовища, що стає в сучасному світі ключовим інструментом при розробці родовищ ВВ.

З метою отримання достовірних результатів про стан продуктивних покладів та оточуючих порід, структурних особливостей, виокремлення інженерно-геологічних комплексів (залежно від масштабу задач, що розв'язуються), постає завдання створити таку модель родовища, яка б містила всю необхідну інформацію з можливістю її систематизації, статистичної обробки фізико-геологічних властивостей порід і встановлення основних зв'язків між ними, аналізу інформації.

Цифрові геологічні моделі в основному являють собою формалізований образ у вигляді набору окремих шарів геологічного середовища. Варіації параметрів, які описують основні характеристики порід у пластах (параметричне наповнення моделі), і геометрія пластів (структурний каркас моделі) дають змогу досягнути необхідної математичної апроксимації реального геологічного середовища, що дозволяє розв'язувати ті чи інші інтерпретаційні задачі – від підбору акустичних параметрів середовища методом сейсмічної інверсії до підрахунку запасів і проведення гідродинамічних розрахунків [7].

Однією з найбільших проблем при проведенні геологічного моделювання є вибір детальності моделі, кількості шарів та комірок з набором фіксованих параметрів. Детальність апроксимації реального геологічного розрізу, з одного боку, повинна забезпечувати розв'язання поставленої інтерпретаційної задачі, а з іншого, – бути тісно пов'язаною з роздільною здатністю методів геофізики та можливостями обчислювальної техніки.

Основною структурного каркасу цифрової геологічної моделі, як правило, є поверхні, отримані шляхом відслідковування на часових розрізах і наступного картування так званих реперних, чи опорних, сейсмічних горизонтів.

Для більшості моделей зазначених вище параметрів достатньо, але як для "демонстраційних" моделей. Однак, якщо використовувати модель для розв'язання конкретних виробничих чи наукових задач (інтерпретаційних), необхідно дотримуватися конкретних вимог. Такі моделі зуться "ефективними" [7].

Один з найвизначніших учених у галузі сейсморозвідки, І.І. Гурвіч, зазначає, що в умовах складного геологічного середовища зворотна задача теорії сейсморозвідки є некоректною та неоднозначною. Використання додаткової інформації надає можливість до певної міри зменшити неоднозначність розв'язку на геологічному та геофізичному рівні тлумачення математичних результатів.

Ефективна сейсмогеологічна модель – це спрощене представлення геологічного реального розрізу, для якого розрахункове поле пружних хвиль задовільно відповідає спостереженому. Вибір моделі залежить від поставленої геологічної задачі, методу сейсмічної розвідки, особливості геологічного розрізу, відомих шляхів розв'язку зворотної задачі в даних умовах. Стійкість розв'язку зворотної задачі одержують шляхом побудови розрахункових схем, оптимальних у статистичному розумінні та ідеальних у розрахунковому відношенні. Останнє особливо важливо при обробці сейсморозвіду-

вальних даних, які відрізняються великим обсягом вихідної інформації.

Як зазначає С.М. Глибоковських, ефективні значення сейсмічних властивостей – це осереднені значення в масштабах довжини хвилі [3]. Такий висновок зроблено на підставі співвідношення між характерними просторовими та часовими масштабами сейсмічних сигналів і елементів структури середовища, що досліджується.

Застосовуючи метод осереднення з відомими параметрами форми тріщин середовища, фізичного змісту їх деформування та ін., апріорної геолого-геофізичної інформації, можна сформувати сейсмоакустичну модель тріщинно-порового колектору, наближену до реального геологічного середовища. Далі на її основі розробити процедури обробки та інтерпретації сейсмічних спостережень, які оптимально відповідатимуть досліджуваному об'єкту. Такий послідовний підхід дає можливість отримувати обґрунтований сейсмічний прогноз колекторських властивостей нафтогазових резервуарів [3].

В.І. Бондарев, С.М. Крилатков, І.А. Курашова демонструють технології отримання швидкісних моделей геологічних середовищ на основі використання дифрагованих хвиль [1]. Для реалізації подібної технології необхідною умовою є те, що у рівняння має входити величина швидкості пружних хвиль. В основу таких перетворень покладено ефективну швидкісну модель. Щоб підібрати ефективну величину швидкості для різних глибин, група авторів проводить аналіз вихідних сейсмограм (апріорних) без застосування будь-яких інших спостережень. Для цього може бути застосована модернізована технологія побудови вертикальних спектрів швидкостей за сейсмограмами спільної точки вибуху, яка нагадує стандартний спосіб отримання вертикальних спектрів швидкостей у МСГТ (метод спільної глибинної точки). Проведені дослідження свідчать про те, що швидкісний аналіз, який виконується за вказаною технологією, дозволяє побудувати швидкісну модель, яка характеризує середовище не тільки з виокремленням динамічних особливостей відбитих хвиль, але й відкриває можливість визначення моделі середовища на основі використання дифракційних і розсіяних компонент хвильового поля. Дана методика, частіше за все, може бути використана у випадках, коли дифракційні та розсіяні компоненти хвильового поля є основним інструментом вивчення будови геологічного середовища. Такі задачі є найбільш актуальними у випадку, коли основним завданням сейсморозвідки є задача вивчення областей підвищеної тріщинуватості у колекторах на родовищах нафти та газу. Функціональні залежності заповнення пастки визначаються експертною оцінкою, виходячи з наявності та кількості інформації та уявлення про можливе розповсюдження літофаціальних, петрофізичних та фільтраційно-ємнісних властивостей у межах площі досліджень.

Згідно із загальноприйнятими уявленнями, під моделюванням покладів слід розуміти процес відображення природних (геологічних) утворень у сукупності характеристик, які описують найбільш важливі змістовні властивості об'єктів (структурні форми залягання, насиченість, проникність порід, розподіл тисків, параметри флюїдонасичення тощо).

Висновки. Актуальність розвитку напрямку моделювання зумовлюється нагальною необхідністю подальшого розвитку теоретичних основ і практичних прийомів інтегрованої обробки та інтерпретації кінематико-динамічних параметрів сейсмічних хвиль, які при комплексуванні з даними буріння забезпечують достовірну ГГМ нафтових і газових резервуарів. Важливе місце під час моделювання посідає поняття ефективної сейсмогеологічної моделі.

Описані підходи орієнтовані на автоматизацію всього процесу аналізу та обробки інформації, що починається введенням первинних сейсмічних даних, їх обробкою, інтерпретацією та створенням моделі площі або родовища з подальшим підрахунком ресурсної бази.

На сучасному етапі розвитку геологічне моделювання з використанням комп'ютерних технологій потребує формалізації ряду процедур, відповідності методик моделювання загальнонауковим підходам і принципам.

На перший план під час побудови моделей повинна виступати інтеграція наявних геолого-геофізичних та геолого-технологічних даних у єдину постійно діючу модель досліджуваного геологічного об'єкту. Сучасний розвиток програмно-обчислювальних засобів, як у програмному, так і в апаратному відношенні, дозволяє оперувати значними масивами інформації, інтегруючи в собі різномірні геологічні та технологічні дані, які мають містити всю необхідну інформацію з можливістю її систематизації, статистичної обробки фізико-геологічних властивостей порід і встановлення основних зв'язків між ними, аналізу наявної інформації.

Однак, незважаючи на значні доробки в плані моделювання перспективних об'єктів та їх параметрів, розвитку програмно-обчислювальних засобів, все ж лишаються відкритими питання, пов'язані з підвищенням однозначності визначення ключових параметрів моделей. Питання актуальності вдосконалення засобів та методик моделювання буде постійно підніматися як на виробництві, так і в науковому світі, оскільки постійно йде розвиток обчислювальної техніки, збільшуються масиви отриманої геолого-геофізичної та геолого-промислової інформації, зростає потреба пошуків і розвитку родовищ ВВ на об'єктах зі складними сейсмогеологічними умовами.

Список використаних джерел

1. Бондарев В. И. Основы сейсморазведки : учеб. пособие для вузов / В. И. Бондарев. – Екатеринбург : Изд-во УГГГА, 2003. – 332 с.
2. Глебов А. Ф. Развитие математических методов трехмерного сейсмогеологического моделирования сложнопостроенных изотропных и анизотропных резервуаров нефти и газа [Текст] : автореф. дис. ... д-ра геол.-минерал. наук : 25.00.10 / А. Ф. Глебов. - М., 2006. - 50 с.
3. Глибоковських С. М. Эффективные сейсмоакустические характеристики трещиноватых коллекторов и их прогноз по данным многоволновой сейсморазведки МОВ-ОГТ [Текст] : дис. ... канд. физ.-мат. наук : 25.00.10 / Глибоковських С. М. – М.: МГУ, 2012. – 124 с.
4. Горбунов В. І. Обґрунтування, розробка та випробування технології побудови комплексних фізико-геологічних моделей об'єктів нафтогазоносності на акваторіях Чорного та Азовського морів [Текст] : звіт про НДР / В. І. Горбунов. – К., 2009. – 156 с.
5. Дюбрал О. Использование геостатистики для включения в геологическую модель сейсмических данных [Текст] : пер. с англ. / О. Дюбрал.– European Association of Geoscientists & Engineers (EAGE), 2002. - 296 с.
6. Козлов Е. А. Модели среды в разведочной сейсмологии / Е. А. Козлов. – Тверь : Изд-во ГЕРС, 2006. – 480 с.
7. Крылов Д. Н. Технология оптимального выбора детальности цифровой геологической модели в зависимости от поставленной задачи / Д. Н. Крылов, Л. А. Наумова // Вести газовой науки. – 2012. – № 2 (10). – С. 30-34.
8. Пузырев Н. Н. Интерпретация данных сейсморазведки методом отраженных волн / Н. Н. Пузырев. – М.: Гостоптехиздат, 1959. – 451 с.
9. Ризниченко Ю. В. Геометрическая сейсмика слоистых сред / Ю. В. Ризниченко. – М.: АН СССР, 1946. – 114 с.
10. Рыскин М. И. Комплексная интерпретация геофизических данных : учеб. пособие для студентов вузов / М. И. Рыскин, К. Б. Сокулина. – Саратов : Изд-во Саратовского ун-та, 2007. – 132 с.
11. Урупов А. К. Сейсмические модели и эффективные параметры геологических сред : учеб. пособие: в 2-х ч. / А. К. Урупов. – М., 1984. – Ч. 1. – 85 с.; Ч. 2. – 104 с.
12. Успенская Л. А. Р-Т моделирование упругих свойств пород с учетом литологического состава и типа заполняющего флюида (на примере месторождений Урненско-Усановской зоны) / Л. А. Успенская. – М.: МГУ, 2014. – 123 с.
13. Цибульський В. О. Комплексна геолого-геофізична модель нижньомайкопських відкладів Прикерченського шельфу [Текст] : автореф. дис. ... канд. геол. наук : 04.00.22 / В. О. Цибульський ; [Київський національний університет імені Тараса Шевченка]. — К.: [б. и.], 2013. — 20 с.

14. Шпильман А. В. Геологическое моделирование. Создание и мониторинг геологических моделей / А. В. Шпильман, С. Ю. Шутько // Геология нефти и газа. – 1999. – № 3-4. – С. 49-53.

15. Mavko G. The Rock Physics Handbook : Tools for Seismic Analysis of Porous Media / G. Mavko, T. Mukerji, J. Dvorkin. – Second Edition. – New York : Cambridge University Press, 2009.

References

1. Bondarev, V. (2003). Fundamentals of seismic exploration. Ekaterinburg: Publishing UGGA. [in Russian].

2. Glebov, A. (2006). The development of mathematical methods of three-dimensional seismic geological modeling of complex isotropic and anisotropic oil and gas reservoirs: Extended abstract of Doctor's thesis (Geological and Mineralogical Sciences). Moscow: Lukoil. [in Russian].

3. Glubokovsky, S. (2012). Effective seismic acoustic characteristics of fractured reservoirs and forecast full-wave seismic reflection-CMP data. Doctor's thesis (Geophysics). Lomonosov Moscow State University, Moscow. [in Russian].

4. Gorbunov, V. (2009). Justification, design and testing technology for building complex physical and geological models of oil and gas facilities in the Black and Azov Seas. Kyiv: Report on research work. [in Ukrainian].

5. Dubrule, O. (2003). Geostatistics for Seismic Data Integration in Earth Models. Tulsa, Society of Exploration Geophysicists & European Association of Geoscientists and Engineers, 281 pp.

6. Kozlov, E. (2006). Models of environment in exploration seismology. Tver: GERS Publishing. [in Russian].

7. Krylov, D., Naumova, L. (2012). Technology of optimal choice of detail digital geological model, depending on the task. Vesti gazovoi nauki - News of gas sciences, 2(10), 30-34. [in Russian].

8. Puzyrev, N. (1959). Interpretation of seismic data by the reflected waves. Moscow: Gostoptekhizdat. [in Russian].

9. Riznichenko, Y. (1946). Geometric seismic layered media. Moscow: USSR Academy of Sciences. [in Russian].

10. Riskin, M., Sokulina, K. (2007). Integrated interpretation of geophysical data. Textbook for university students. Saratov: Saratov University Publishing. [in Russian].

11. Urupov, A. (1984). The seismic models, and the effective parameters of the geological environment. (Vols. 1-2). Moscow. [in Russian].

12. Uspenskaya, L. (2014). Modeling of elastic properties of rocks based on lithology and fluid filling type (for example, deposits of Urnensko-Usanovskazone). Moscow: Lomonosov Moscow State University. [in Russian].

13. Tsybul'skiy, V.O. (2013). Integrated geological-geophysical model of Lower Maykopian deposits within the Kerch shelf. Candidate's thesis (Geophysics). Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv. [in Ukrainian].

14. Shpilman, A., Shutko, S. (1999). Geological modelling. Creating and monitoring of geological models. Geologija nefiti i gaza - Oil and gas geology, 3-4, 49-53. [in Russian].

15. Mavko, G., Mukerji, T., Dvorkin, J. (2009). The Rock Physics Handbook. Tools for Seismic Analysis of Porous Media. Second Edition. New York: Cambridge University Press.

Надійшла до редколегії 10.06.15

T. Kuzmenko, Postgraduate Student

E-mail: kuzmenko_tm@ukr.net

A. Tyschenko, Cand. Sci. (Geol.), Assoc. Prof.

E-mail: aptyshchenko@gmail.com

P. Kuzmenko, Cand. Sci. (Geol.), Assoc. Prof.

E-mail: pavlok@ukr.net

Institute of Geology, Taras Shevchenko National University of Kyiv

90 Vasylykivska Str., Kyiv, 03022 Ukraine

THEORETICAL AND METHODOLOGICAL ASPECTS OF CREATING OF GEOLOGICAL AND GEOPHYSICAL MODEL OF HYDROCARBON FIELDS

New aspects of geological and geophysical models constructions of hydrocarbon reservoirs are considered and outlined the prospect of models application in the modern exploration process. The history of the concepts and methods of geological and geophysical constructions models were analyzed. The approaches focused on automating the entire process of analysis and information processing starting from seismic data processing, interpretation ending with model construction of an area or a field and exploitation are characterized. The classification of geological and geophysical models on the exploration stage is described.

Keywords: integrated geological-geophysical model of the reservoir (GGM), hydrocarbon deposits, synthetic modeling of the seismic data, the effective seismogeological model, modeling techniques.

T. Кузьменко, асп.

E-mail: kuzmenko_tm@ukr.net

A. Тищенко, канд. геол. наук, доц.

E-mail: aptyshchenko@gmail.com

P. Кузьменко, канд. геол. наук, доц.

E-mail: pavlok@ukr.net

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

УНІ "Інститут геології", ул. Васильківська, 90, г. Київ, 03022, Україна

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОСТРОЕНИЯ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ

В работе рассмотрены аспекты построения геолого-геофизических моделей месторождений углеводородов и очерчена перспектива их применения в современном геологоразведочном процессе. Проведен ретроспективный анализ представлений и методики построения геолого-геофизических моделей. Охарактеризованы подходы, ориентированные на автоматизацию всего процесса анализа и обработки информации, начиная с ввода первичных сейсмических данных, их обработки, интерпретации, заканчивая созданием модели площади или месторождения и их эксплуатацией. Приведена классификация геолого-геофизических моделей по стадиям геологоразведочных работ.

Ключевые слова: комплексная геолого-геофизическая модель месторождения (ГГМ), месторождение углеводородов, синтетическое моделирование сейсмических данных, эффективная сеismoгеологическая модель, методы моделирования.