

УДК 528.23, 523.24, 523.247, 550.831

М.В. Баньковський, І.С. Потапчук, А.М. Гейхман

ГОЛОВНІ ОСОБЛИВОСТІ ГЛИБИННОЇ СТРУКТУРИ ТЕРИТОРІЇ ШЕБЕЛИНСЬКОГО ГАЗОВОГО РОДОВИЩА ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ХВИЛЬОВИХ ПРОДОВЖЕНЬ ГРАВІТАЦІЙНОГО І МАГНІТНОГО ПОЛІВ МЕТОДОМ ГЕОФІЗИЧНОЇ ГОЛОГРАФІЇ

Установлено, що Шебелинське газоконденсатне родовище за результатами застосування методу геофізичної голографії розміщується в зоні трансконтинентальної зони трансмантіно-астеносферних розломів, які можна трактувати як зони геосолітонного енергомасоперенесення.

Ключові слова: геофізична голографія, газоконденсатне родовище, вуглеводні, гравітаційні та магнітні поля.

ВСТУП. Шебелинське газоконденсатне родовище за запасами є гігантським та унікальним за геологічною будовою [1]. Масивно-пластовий склепінний поклад заввишки понад 1000 м складають 13 продуктивних горизонтів пермі-верхнього карбону. Структурно це асиметрична брахіантикліналь північно-західного простягання. Саме родовище і район його розміщення, безперечно, є добре та всебічно вивченими.

Постановка проблеми. Вивчення особливостей глибинної будови літосфери на сьогодні є обов'язковим елементом моделювання нафтогазових систем. Встановлений для багатьох нафтогазоносних регіонів просторовий зв'язок промислових запасів вуглеводнів з флюїдопровідними каналами зумовлює потребу цілеспрямованого аналізу наявної геолого-геофізичної інформації і застосування новітніх ефективних методів дослідження глибинних структур. Мета досліджень полягала у вивченні глибинної структури району розміщення Шебелинського родовища методом геофізичної голографії (що зроблено вперше і незалежно від проведених раніше геофізичних, зокрема сейсмічних досліджень) для з'ясування наявності тут у межах літосфери глибинної області з аномальною будовою, у межах якої глибинні флюїди могли досягати верхніх горизонтів земної кори.

Актуальність теми. Ефективне функціонування суспільного господарства неабиякою мірою визначається наявністю потрібної кількості запасів енергоносіїв. Вирішення цієї проблеми залежить від ефективності геологорозвідувальних робіт, у комплекс проведення яких входить використання результатів оброблення та інтерпретації матеріалів гравімагніто- та геотермічних зйомок, даних глибинних сейсмічних зондувань (ГСЗ), сейсморозвідки та геофізичних досліджень свердловин (ГДС). Успішність прогнозування родовищ вуглеводнів зумовлюється високим рівнем удосконалення теорії й методики геофізичних досліджень на всіх етапах геологорозвідувальних робіт, що забезпечується вирішенням багатьох наукових і прикладних задач геології та геофізики. У цій статті привертається увага до потреби використання в методах оброблення геолого-геофізичної інформації хвильових (міграційних) перетворень потенціальних полів під час їхнього продовження у верхній та нижній півпростори для вивчення глибинної будови Землі та підвищення ефективності прогнозування родовищ нафти й газу в Україні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Як відомо, сучасний стан геофізичних досліджень глибинної будови Землі традиційних напрямів зумовлений рівнем відповідних теоретичних досягнень фундаментальних наук і можливостей їхніх експериментальних баз.

Нові напрями досліджень знаходять свій розвиток і в геофізиці [2, 3-7]. Важливе місце в розв'язанні прямих і зворотних задач посідають методи інтерактивного продовження геофізичних полів у верхній і нижній півпростори.

© М.В. Баньковський, І.С. Потапчук, А.М. Гейхман, 2017

Загальне уявлення про напрям розвитку геофізики дають деякі доповіді на 31 сесії Міжнародного наукового семінару ім. Д.Г. Успенського (2004 р.). С.Н. Агєєв представив "Решение обратной задачи гравиразведки на основе преобразования Радона" з наведенням модельного прикладу відновлення густини об'єкта з використанням перетворення Радона. З.З. Арсанукаєв (на основі ідей теорії дискретних гравітаційних полів В.Н. Страхова (1989 р.)) розробив задачу аналітичного продовження заданих значень поля в заданий горизонтальний шар для 2-D варіанта, яка полягає в системі лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАР) на базі використання відразу декількох дискретних операторів Лапласа (2004 р.). У тезах з інтерпретаційної томографії за даними гравірозвідки і магніторозвідки в пакеті програм "СИГМА-3D" (автори П.С. Бабаянц, Ю.И. Блох, А.А. Трусов) повідомляється, що: "Направление в теории интерпретации потенциальных полей, связанное с попытками изучения в некоторых частных случаях вертикального распределения намагниченности и плотности по данным магниторазведки и гравиразведки, получило название интерпретационной томографии... К настоящему времени в этом направлении уже сложились несколько подходов, предложенных разными исследователями... их можно подразделить на две группы: аппроксимационную (Ю.Я. Ващилов, А.И. Кобрунов, А.П. Петровский, В.И. Сегалович, А.В. Овчаренко, Д. Ольденбург, Я. Ли и др.) и фильтрационную (П.С. Мартышко, В.М. Новоселицкий, В.Я. Подгорный, И.И. Приезжев, И.Л. Пруткин,... и др.). Фильтрационная томография реализована в ряде интерпретационных систем, в том числе в «OASIS Montaj» канадской фирмы GeoSoft... В пакете программ СИГМА-3D реализованы как фильтрационный, так и аппроксимационный подходы... Применение интерпретационной томографии показало ее высокую эффективность в самых разнообразных геологических условиях: Московская синеклиза, Прикаспий, Полярный Урал, Западная Сибирь и т.д. Этот, в общем-то, неожиданный и расширяющий потенциальные возможности магниторазведки и гравиразведки экспериментальный факт требует своего теоретического осмысления. Можно предположить, что достаточно мощные толщи пород проявляются в аномальных полях множествами особых точек функций, их описывающих, причем эти множества имеют фрактальную структуру и допускают локализацию главных особенностей даже при больших глубинах залегания." У доповіді М.Я. Боровського, В.І. Богатова, В.В. Лохвицького та А.А. Єфімова "Основные положения применения гравиметрической разведки при освоении нефтяных месторождений" зазначається, що: "Результаты экспериментальных геофизических измерений в области сочленения Мелекесской впадины и Южно-Татарского свода (Лангуевское, Урмышлинское месторождения нефти) позволили М.Я. Боровскому, Р.З. Мухаметшину, Б.В. Успенскому еще в 1991 году для центральных районов Волго-Уральской нефтегазоносной провинции рекомендовать высокоточную гравиразведку в качестве одного из ведущих методов подготовки месторождений углеводородного сырья к разработке...Тектоническая природа гравитационных аномалий над зонами развитой трещиноватости осадочной толщи подтверждается данными других геолого-геофизических методов и результатами математического моделирования...наличие узких зон повышенной трещиноватости надфундаментного разреза требует применения плотных систем наблюдений (гравиразведка 3D): 50× 50 м, 50×100 м, 50×150 м. Оптимальный вариант – регулярная квадратная сеть измерений. Интенсивность аномалий силы тяжести, обусловленных зонами повышенной тектонической трещиноватости, достигает значительных величин...Интерпретация гравиметрических данных выполняется по технологии «ГОНГ» (И.Н. Михайлов, 1983; И.Н. Михайлов, К.А. Чертовских, 2001). Интегральный характер поля силы тяжести позволяет...производить подготовку многоэтажных (в том числе и для верхних битумоносных горизонтов) месторождений углеводородного сырья к освоению...(гравиразведка 4D) при контроле за добычей углеводородного сырья и эксплуатации подземных газовых хранилищ." У тезах "Регуляризирующие алгоритмы решения уравнений диффузии и теплопроводности для выметания и концентрации масс источников и интропродолжения потенциальных полей с использованием площадных и

фазовых модификаций полного нормированного градиента для прогноза месторождений нефти и газа" (Е.В. Булычев, В.Г. Филатов, М.Л. Овсепян, В.Е. Сташевский, Г.В. Александров, П.В. Пискун) повідомляється, що: "Установлена неустойчивость операторного процесса концентрации масс, обратного к выметанию масс из области на границу и эквивалентного некорректной задаче типа диффузии или теплопроводности в режиме обращённого времени типа квазиобращения Лионса или Стефано с неизвестной границей в постановке В.Н. Страхова. Исследованы свойства оператора процесса концентрации граничной плотности простого слоя внешнего контура на внутренний знакопеременный слой, сжимающийся во времени, и коэффициенты данного оператора, связанные с числами Фибоначчи и треугольником Паскаля со знакопеременными элементами. ...Класс распределения плотностных неоднородностей представляет суперпозицию оставляемой плотностной неоднородности – финитной функции, удовлетворяющей уравнению Пуассона, и гармонической функции, удовлетворяющей уравнению Лапласа, продолжаемой части граничной плотности внешнего двойного слоя...При решении обратных задач гравиразведки по площадным и фазовым модификациям способа полного нормированного градиента Берёзкина определяется граница области масс-источников, ...находится граничная плотность, по которой путём устойчивого решения уравнения диффузии находится плотностное распределение масс-источников...". Також у тезах "Опыт построения 3D-плотностных моделей на основе частотной селекции гравитационного поля" (М.М. Довбнич) повідомляється, що: "Рассмотрены примеры интерпретации гравиметрических материалов методом, позволяющим относительно быстро получать 3D плотностные модели...Применяемый метод базируется на том свойстве потенциальных полей, что частотный состав наблюдаемой аномалии тесным образом связан с глубиной залегания аномалиеобразующего объекта. Следовательно, разложение наблюдаемого поля на составляющие с различной преобладающей частотой, оценка глубины залегания источников, создающих их, а затем определение параметров источников (плотности) позволяет выполнять послойное построение 3D плотностных эквивалентных моделей. Учитывая особенности реализации, применяемая методика условно названа «гравитационным зондированием», а получаемый параметр – «кажущейся плотностью»...В качестве примеров реализации данной методики приведены результаты изучения соляных штоков в Днепровско-Донецкой впадине и зеленокаменных структур на Украинском кристаллическом щите."

Джерелоподібні апроксимації являють собою перспективний напрям, оскільки, за В.І. Ароновим, для моделювання геопотенціальних полів можна використовувати поля елементарних джерел (куль, тонких вертикальних стрижнів, магнітних диполів тощо), розміщених на глибині h нижче поверхні спостереження. За фіксованих характеристик цих джерел задача побудови моделі полягає в розв'язанні зумовленої системи лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАР) стосовно вектора невідомих коефіцієнтів. Такі джерела можна розміщувати (В.І. Аронов, В.О. Михайлов) на серії різнорівневих поверхонь, що дає змогу імітувати або поле глибинних джерел (регіональний складник), або поле приповерхневих джерел – високочастотного складника.

У світовій практиці останніми десятиліттями розпочато новий етап розвитку аерогеофізичних технологій на основі високоточної вимірювальної техніки, найновіших систем геофізичної і геологічної інтерпретації отриманих даних. Це дає змогу оптимізувати технологію пошуків і мінімізувати дорогі сейсмічні й бурові роботи. Аерогеофізичні зйомки, серед яких основне місце належить аерограміметрії, в різні роки були виконані в межах усіх головних осадових басейнів світу, а їхні матеріали стали основою для планування й організації пошуків вуглеводнів сейсморозвідувальними і буровими роботами. Провідні нафтогазодобувні й газові компанії фінансували проведення аерогеофізичних робіт, що принесло їм зниження й оптимізацію витрат на пошуки нових родовищ і суттєве скорочення втілення нових пошукових проектів. Експресність і екологічність, уседоступність аерометодів дають можливість проведення якісних зйомок як в нових, так і

старих районах видобування вуглеводнів. Супутникова навігація й високоточна апаратура для аерограміметрії й аеромагнітометрії, теплової інфрачервоної й газової зйомок, використання сучасної обчислювальної техніки й передові фізичні та геологічні теорії забезпечують успішне вирішення задач відкриття нових родовищ корисних копалин. Сучасні магнітометри характеризуються надвисокою чутливістю (до 0.0005 нТл) і продуктивністю (від 10 вимірювань за секунду). Сучасні навігаційні системи з використанням приймачів GPS (USA) і ГЛОНАСС (Росія) забезпечують визначення точності координат спостережень у реальному часі в 10-20 м, а з використанням диференційованої корекції даних у режимі постоброблення – менше 1 метра. Це дає змогу вивчати малокоонтрастні ефекти в аномальних полях, пов'язаних з вертикальними й латеральними неоднорідностями будови осадового чохла для глибин від сотень до перших кілометрів. Гравіметрія ж за своїми фізичними основами формально може вважатися аналогом сейсмозвідки, оскільки між пружними властивостями середовища й величинами густин гірських порід є пряма кореляційна залежність. Створено працездатні аерограміметричні комплекси, що має низка північноамериканських компаній CARLSON і FUEGRO та російська «Аерогеофизика». За своїми кондиціями зйомки, виконані цим комплексом, відповідають вимогам масштабу 1:200 000, але відрізняються від наземних зйомок рівномірним покриттям.

За рекомендаціями ROMGAS у складних геологічних умовах найефективнішим способом інтерпретації є тривимірне моделювання з огляду на висоти рельєфу пунктів спостереження, що забезпечує менше спотворення даних моделювання.

Під час дослідження літосфери Землі на великих глибинах використовуються дистанційні методи – сейсмічний, геоелектричний, гетермічний та інші, які ґрунтуються на вимірюванні та інтерпретації властивостей геофізичних полів, що також залежать від фізико-механічної будови внутрішніх частин Землі, які генерують ці геофізичні поля. Це приводить до додаткових математичних проблем оброблення даних у геофізиці твердої Землі. Звідси виникає клас задач – зворотних задач геофізики, що мають низку принципальних особливостей у плані існування, єдності та стійкості їхніх рішень. Ці особливості тривалий час (до робіт А.Н. Тихонова, М.М. Лаврентьєва та інших сибірських геофізиків) розглядалися як ознаки математичної некоректності задач, спричинювали різку критику і несприйняття з боку багатьох математиків. Велика чутливість зворотних задач сейсміки до «модельних завад» і слабка стійкість до збурень у вхідних даних створюють суттєві труднощі у вирішенні зворотних динамічних задач сейсміки. До цих обставин додається ще дві: брак конструктивного математичного апарата формального розв'язання задач і постійний дефіцит реальної вхідної інформації на практиці (надзвичайно дорогої для сейсмічних методів). Аналіз точності й повноти реєстрації динамічних параметрів хвиль у сейсмозвідці засвідчує, що технологія реєстрації орієнтується переважно на кінематичні та усереднені енергетичні характеристики хвиль. Кількісна інформація про динаміку на практиці ускладнена групуванням приладів, автоматичним регулюванням рівня амплітуд, фільтрацією завад, вузькістю частотного діапазону реєстрації. Через реальний стан робіт з використання теорії зворотних задач сейсміки на практиці виникає ідея подальшого розвитку ідеології кількісного комплексування сейсмічних методів з іншими геофізичними методами. Насамперед доцільно мобілізувати всі наявні інформаційні ресурси для побудови структурної моделі досліджуваного геологічного об'єкта з використанням, крім сейсмічних даних, також вимірювань інших геофізичних полів. Велику роль мають відіграти потенціальні поля (магнітометрія, гравіметрія та інші). Вимірювання цих полів коштуватиме набагато дешевше і здатне надати більше інформації (особливо з-за точок спостережень завдяки технологіям зйомок). За останні 30-50 років були ретельно досліджені зворотні задачі окремих геофізичних методів. У задачах комплексування цих методів є лише оптимізаційні підходи, що припускає наявність значної апріорної інформації про модель. Між іншим, основним питанням якраз і є обґрунтування вибору такої моделі з погляду багатодисциплінарної вхідної інформації. У кожній індивідуальній задачі є параметри, які повторюються, частіше всього геометричні.

Цю властивість доцільно назвати властивістю доповнюваності геофізичних задач під час опису одного й того самого геологічного об'єкта. Тому можливе поєднання зворотних задач різних методів для їхнього спільного розв'язання.

Отже, подальше вдосконалення способів продовження потенціальних полів є, безперечно, визначальним для отримання найбільш наближеної апроксимаційної теоретичної моделі до реальної моделі геологічної будови території дослідження, що є найактуальнішим під час пошуків і розвідки родовищ корисних копалин. Основні труднощі для продовження потенціальних полів у нижній півпростір зосереджені в побудові завадостійкого (регуляризованого) продовження потенціальних полів через джерела аномальних полів з тим, щоб отримати зображення середовища, еквівалентне глибинному. Спосіб успішного вирішення задачі регуляризованого продовження потенціальних полів полягає в наближенні до суті розуміння фундаментальних проблем фізики, а саме хвильової природи потенціальних полів.

В.Н. Страхов зазначає, що «наиболее мощными методами интерпретации должны быть методы отыскания особых точек потенциальных функций по ее известным значениям» (Страхов, 1962а, 1962б)...У праці [7] зауважено, що: «Применительно к волновым электромагнитным и сейсмическим полям актуальность концепции достаточно убедительно обоснована М.С. Ждановым в работах (Жданов, 1974, 1975 и др.), где показано, что тип и расположение в пространстве особых точек, линий и поверхностей аналитического продолжения электромагнитного поля (как и в потенциальном случае) определяется формой поверхности геоэлектрических неоднородностей. Глубоко идущая аналогия между характером особенностей потенциальных и волновых геофизических полей усматривается также при исследовании продолжения сейсмического поля. В этом случае особые точки представляют собой центры дифракции упругих волн, связанные с формой поверхности рассеивающего тела. По аналогии с потенциальными полями, М.С. Жданов ввел и обосновал понятие «эффективного источника», которое «может быть расширено и перенесено на другие непотенциальные геофизические поля» (Жданов, 1974). По своей сущности эффективные источники непотенциальных полей представляют собой не что иное, как избыточные (индуцируемые в геоэлектрических неоднородностях) электрические или магнитные токи (в электроразведке) или центры дифракции упругих волн (в сейсморазведке). Как в том, так и в другом случае они предствимы в виде суперпозиции мультиполей различного порядка, первыми из которых являются электрические и магнитные диполи (элементарные электромагнитные источники) или точечные источники излучения упругих волн («колеблющаяся» сила и др.). В этой же работе сделан основополагающий вывод о том, что эффективные источники геофизических полей (не только потенциальных, но и волновых электромагнитных и сейсмических), во-первых, однозначно определяют аномальные поля, а во-вторых, однозначным образом могут быть определены по ним и, как следствие этого, «представляют собой прямые данные, бесспорно вытекающие из физической сущности рассматриваемых полей». Таким образом, М.С. Ждановым обоснована возможность единого подхода к проблеме интерпретации аномальных геофизических полей различной природы, не требующего никакой априорной информации об исследуемом объекте и основанного на поиске эффективных источников аномалий с помощью аналитического (или обращенного во времени – для нестационарных волновых полей) продолжения в нижнее полупространство регистрируемых элементов поля».

Матеріали та методи дослідження. Для створення площинних матриць гравітаційного й магнітного полів були використані дані з World gravity map (Complete spherical Bouguer anomaly) [8] та World Digital Magnetic anomaly Map [9] відповідно. Отримано куб продовжених даних полів до глибини приблизно 240 км, що дало змогу побудувати 100 субширотних та 100 субмеридіональних профілів паралельно широтам і меридіанам відповідно. Для характеристики глибинної структури Шебелинського родовища вибрано 4 профілі: Пр55 вздовж меридіана 36.777778° та Пр 177 вздовж паралелі $49,492789^\circ$. На

отримані профілі нанесено умовні горизонти: астеносфери за даними теплових потоків, Мохоровичича та кристалічного фундаменту за даними сейсмічних досліджень.

Для побудови матриць полів були також використані Схема гравітаційного поля України (редукція буге 2.3 г на см куб.) масштабу 1:1 000 000 (Т.С. Нечаєва, Л.М. Шимків, В.А. Єнтін, редактор В.А.Приходько), яку складено за матеріалами зйомки м-бів 1:200 000 виробничих та науково-дослідних організацій Державної геологічної служби України (2007 р.), Карта аномального магнітного поля $\Delta Z_a, \Delta T_a$ України м-бу 1:1 000 000, складена за матеріалами зйомок ПДРГП «Північгеологія» та виробничих і науково-дослідних організацій Державної геологічної служби України (2007 р.), а також інші дрібномасштабні карти.

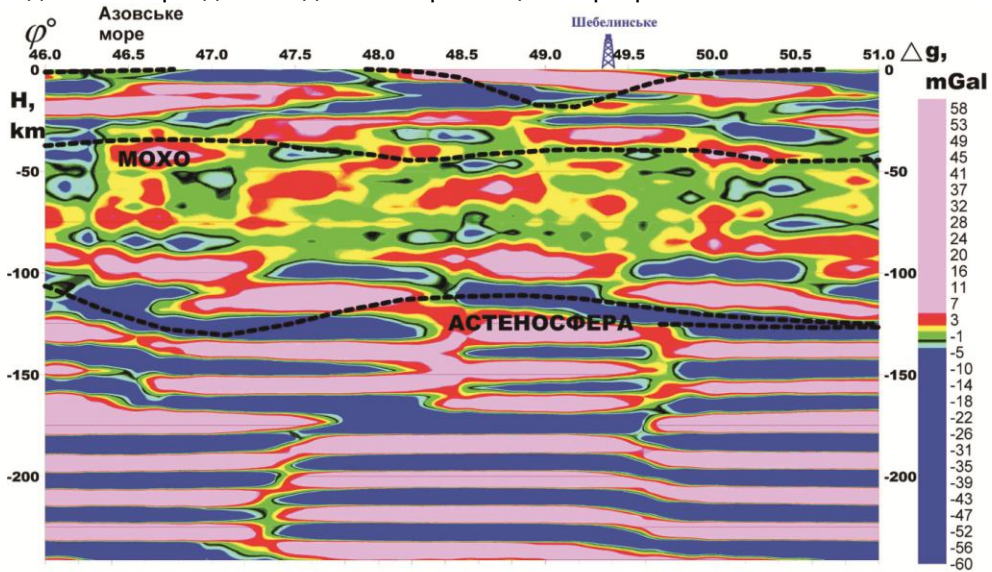
Для вивчення глибинної структури Шебелинського родовища було застосовано метод квазіекстремумів квадратичного функціонала або метод геофізичної голографії [2,3,6], ідея якого полягає у використанні гіпотези про хвильову природу потенціальних (гравітаційного, магнітного, теплових та інших) полів. Суть вирішення проблеми отримання голографічного зображення підземного простору геологічного середовища лежить у площині доповнення рівняння Лапласа хвильовим членом, що перетворює це рівняння на рівняння Пуассона, яке описує потенціальне поле в масах. У технологічному плані зображення неоднорідностей фізичних полів з використанням матеріалів площових зйомок території дослідження здійснюється в нижньому півпросторі після перетворення вхідних даних у складники гармоніки різних частот за методом Фур'є з наступним їхнім фокусуванням у сумарне поле неоднорідностей через покрокове застосування рівняння Клаербоута в частотному діапазоні. Це дає змогу застосовувати метод геофізичної голографії як самостійний для побудови гравітаційних, магнітних або інших розрізів і схематичних карт потенціальних полів у нижньому півпросторі для цільових горизонтів у 3-D варіанті з метою вивчення контрастних комплексів гірських порід для прогнозування і пошуку різноманітних родовищ корисних копалин.

Автори методу квазіекстремумів квадратичного функціонала (МКЕКФ, або він також відомий як метод геофізичної голографії) проводять дослідження території України впродовж більш ніж чверть століття в організаціях УкрНДГРІ, КГРЕ (ВГО «Укргеофізика»), УкрДГРІ, ДГП «Геопрогноз», ДНВП «Геоінформ», ІГН НАН України з вивчення глибинної будови, прогнозування нафтогазоперспективних зон та адаптації застосування методу до глибинних умов Українського щита.

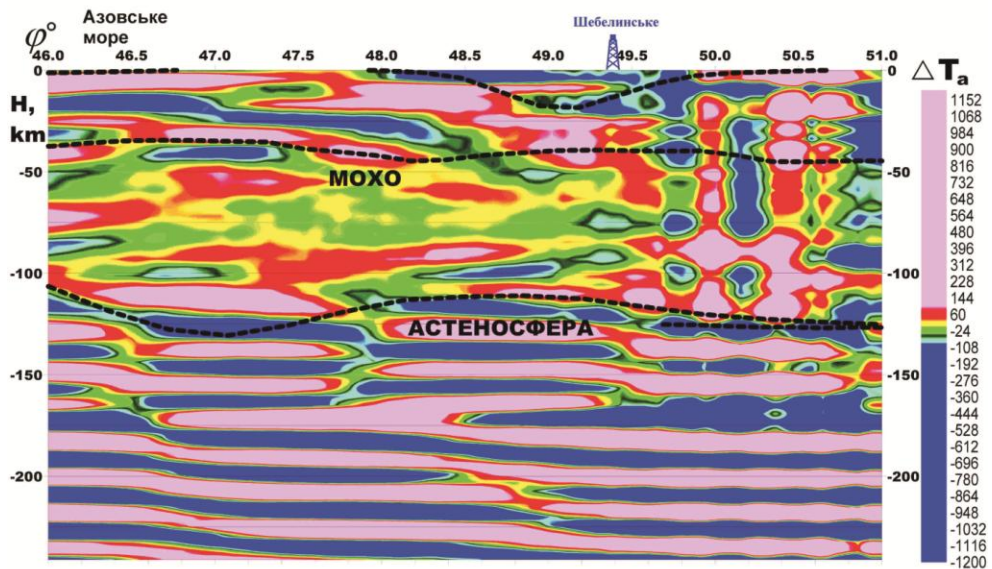
Метод геофізичної голографії пройшов апробацію на територіях Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ), Рівнинного Криму, Західного Причорномор'я, Українських Карпат, акваторіях Чорного та Азовського морів, а також випробовується на території північно-західної та центральної частин Українського щита. Проведені дослідження дали змогу дійти висновку, що незалежне застосування методів геофізичної голографії потенціальних полів надає практичну можливість комплексування результатів інтерпретації даних гравіметричної, магнітної та інших зйомок з глибинними розрізами сейсмічних досліджень на рівні глибинних розрізів з опорою на дані глибокого буріння (керна), геофізичних досліджень свердловин (ГДС) та інших геоло-геофізичних методів; допомагає виділяти в просторовому варіанті різноглибинні контрастні за фізичними властивостями гірські породи (ущільнені та розущільнені, намагнічені та розмагнічені), картувати їх як імовірні структури осадового чохла й кристалічного фундаменту, трасувати різновікові глибинні тектонічні порушення як можливі канали для міграції магматичних розплавів, рудних, флюїдних і вуглеводневих розчинів, що дає змогу на цій підставі локалізувати ймовірні палеовулканічні споруди і прогнозувати різноманітні родовища корисних копалин, виділяти нафтогазоперспективні та флюїдопровідні зони. Метод КЕКФ може застосовуватися незалежно від генезису родовищ корисних копалин. Основна умова застосування методу: контрастність фізичних властивостей і висока точність вхідних даних. Метод геофізичної голографії ґрунтується на ідеях Сігалова Я.Б. і втілений у життя завдяки Гейхману А.М., який створив програмний комплекс для міграції потенціальних

полів на повному волонтерському ентузіазмі, оскільки в СРСР (1986-91 р.р.) цей напрям не схвалювався.

Результати досліджень. Підсумки застосування методу геофізичної голографії в районі Шебелинського родовища представлено на рис. 1-5. Загалом узгодженість умовних горизонтів літосфери з даними геофізичної голографії найліпша на магнітних і задовільна або недостатньо роздільно здатна на гравітаційних розрізах.



а)

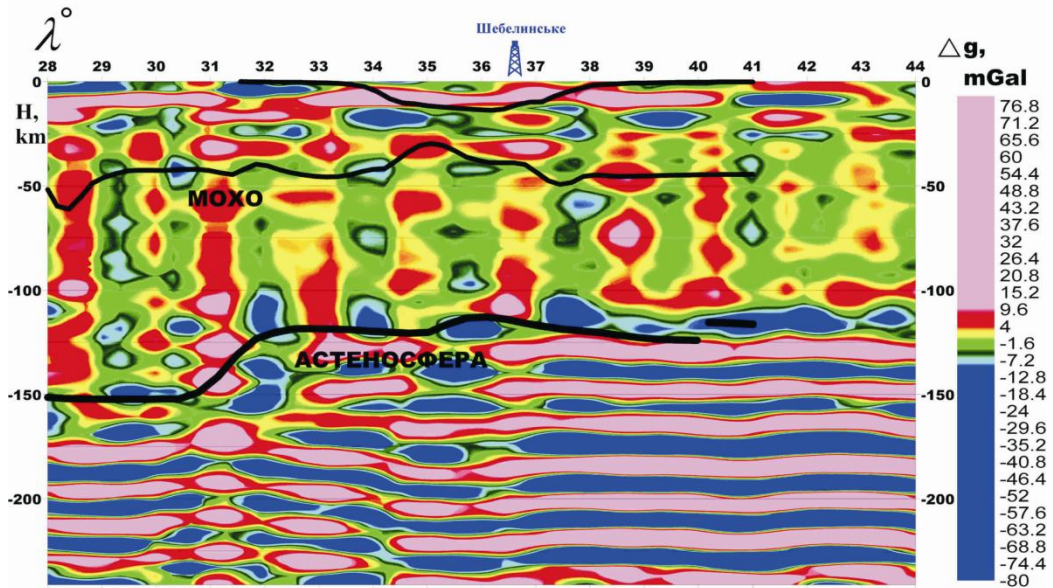


б)

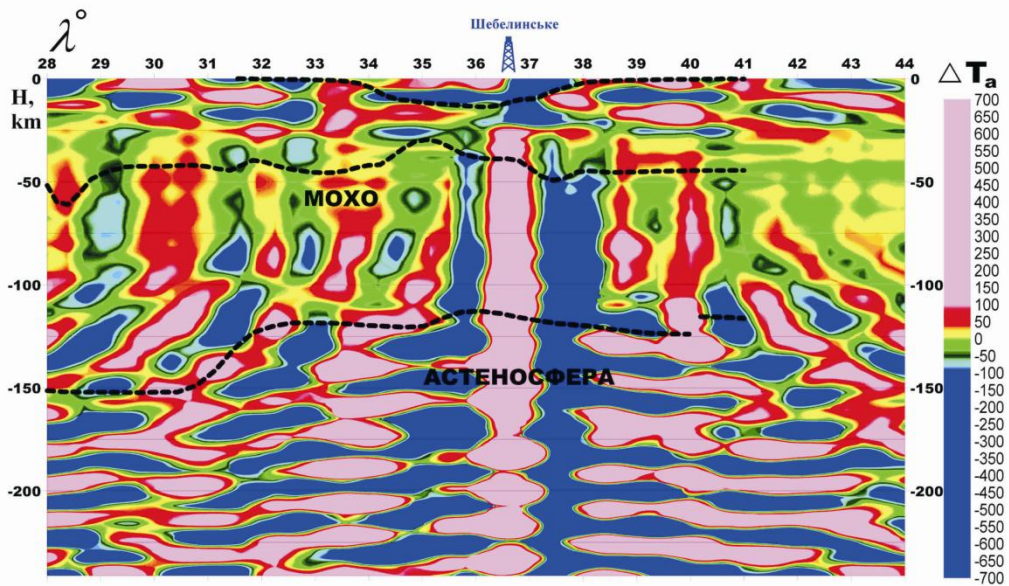
Рис. 1. Гравітаційний (а) та магнітний (б) розрізи по профілю 55

Треба зауважити, що на рис. 1-2 показана більш глобалізована картина з використанням даних [4, 9], тоді як використання вхідних даних з карт м-бу 1:1000 000 України дає досить промовисті результати. На розрізи винесено контури з глибинного розрізу Шебелинської структури за даними МОВ-СГТ по сейсмічному профілю 2III

[Гладченко, 2007] – узято за джерелом [5]. На розрізі вертикального градієнта температурного поля (рис. 3 б) чітко виокремлюється фундамент ДДЗ, а також не суперечить сейсмічним даним границя Мохоровичича, яка також має свої варіанти. Доволі непогано корелює із сейсмічними даними, хоч це може видатися дивним, розріз вертикального градієнта глибин кристалічного фундаменту (рис. 4б). Вертикальні тектонічні порушення перфорують усі розрізи. Шебелинське родовище і сольові товщі фіксуються негативними аномаліями.

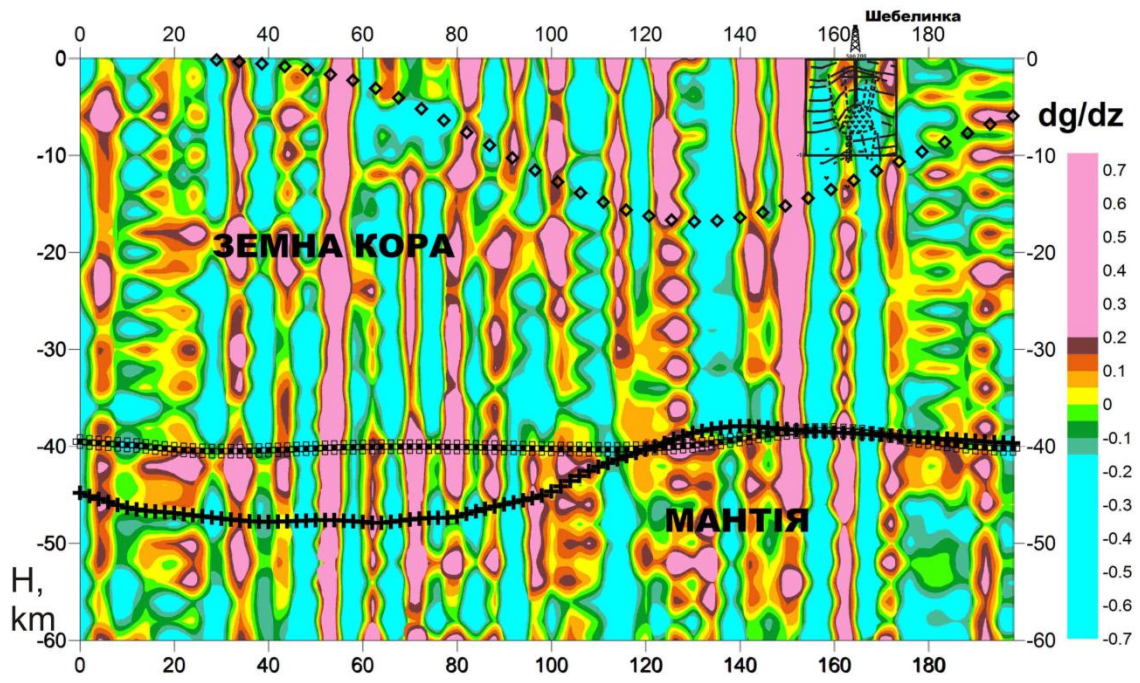


а)

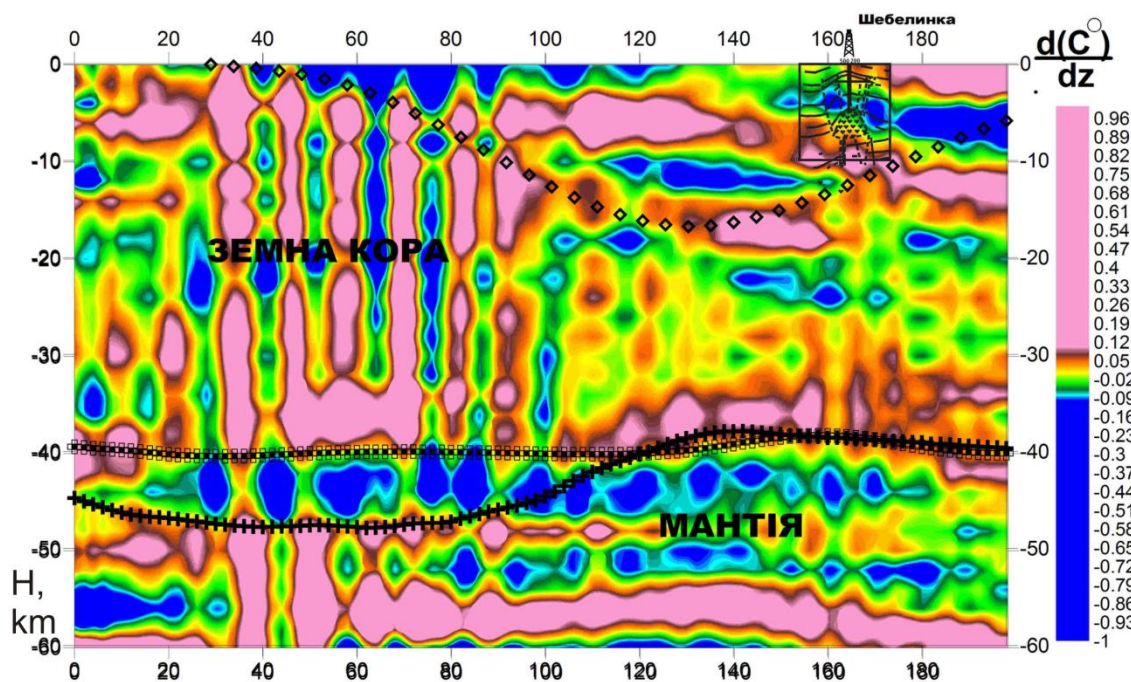


б)

Рис. 2. Гравітаційний (а) та магнітний (б) розрізи по профілю 177



a)



б)

Рис. 3. Розрізи вертикальних градієнтів гравітаційного (а) та температурного (б) полів по профілю 18. На розрізи винесено контури з глибинного розрізу Шебелинської структури за даними МОВ-СГТ по сейсмічному профілю 2III [Гладченко, 2007] – взято за джерелом [5]

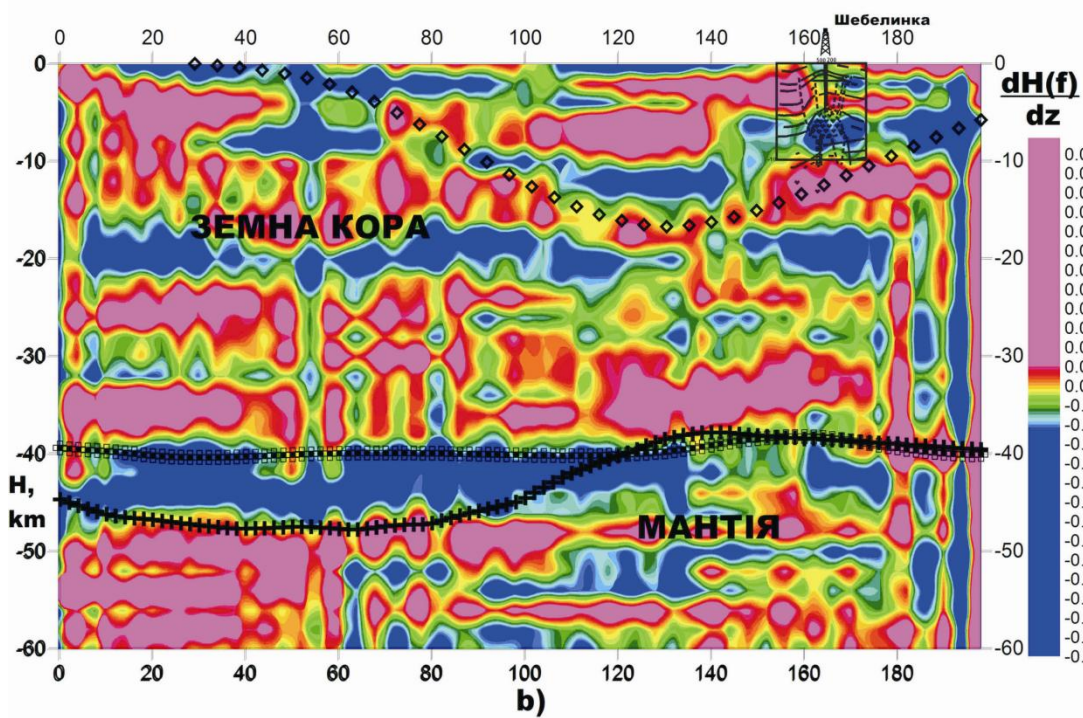
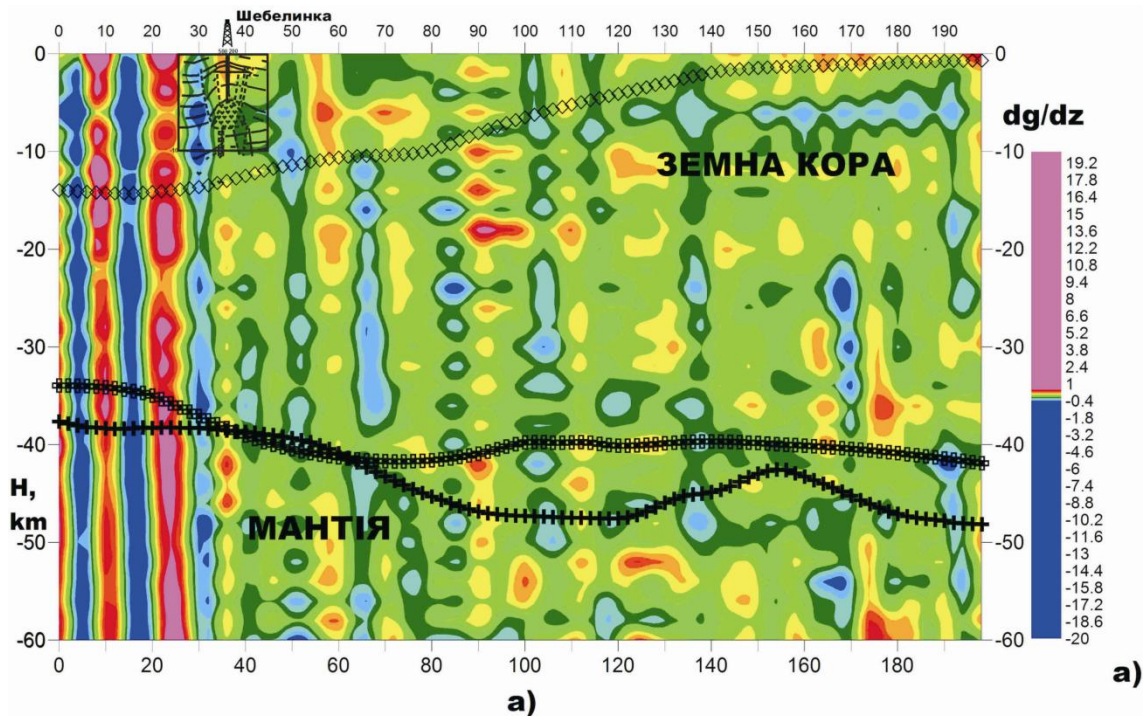


Рис. 4. Розрізи вертикальних градієнтів гравітаційного поля по профілю 181 та рельєфу кристалічного фундаменту (а) по профілю 18

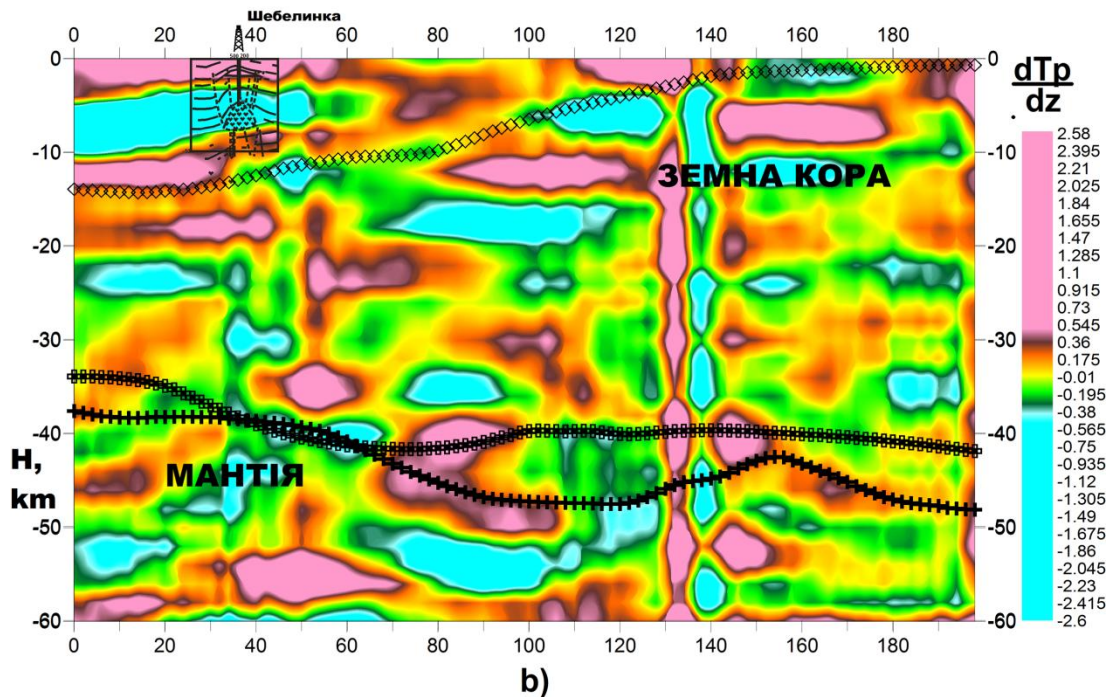
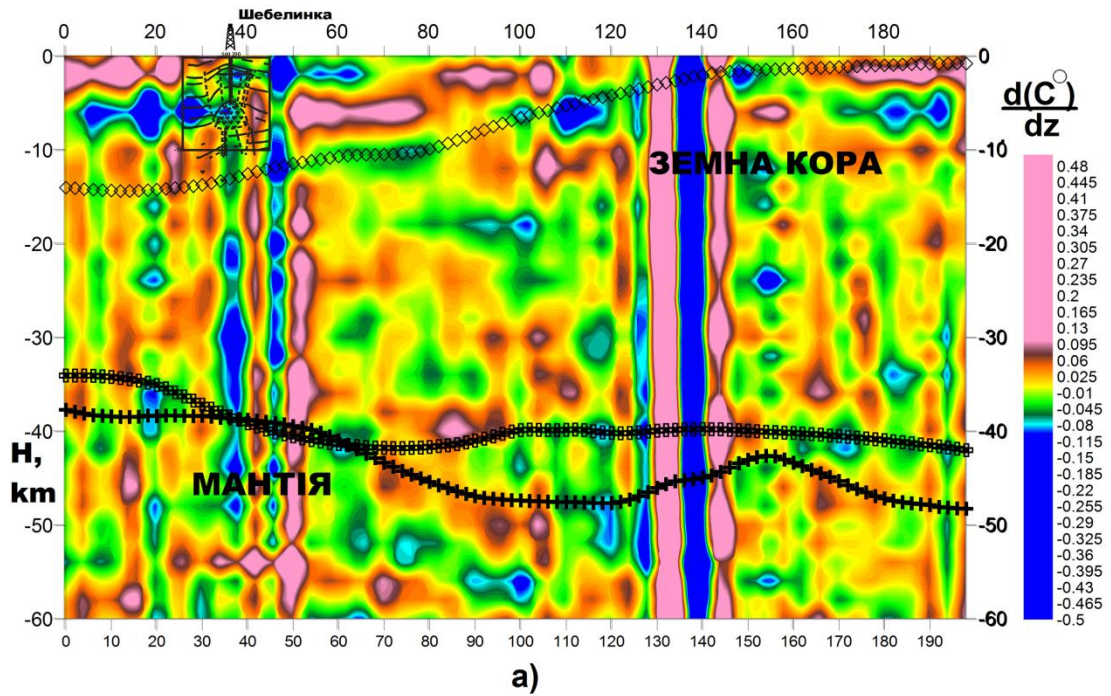


Рис. 5. Розрізи вертикальних градієнтів температурного поля (а) та теплового потоку (б) по профілю 181

Шебелинське газове родовище залягає в зоні трансмантіїно-астеносферних розломів, які можна трактувати як зони геосолітонного енергомасоперенесення [6].

Водночас поверхнева структура Шебелинського родовища розміщується на вістрі позитивної штоко- або стовпоподібної магнітної аномалії, яка за іншими магнітними розрізами геофізичної голографії проходить від африканського континенту (Червоне море) через Оріхівсько-Павлоградську зону, ДДЗ і прямує далі на північ, тобто є трансконтинентальною зоною.

Висновки. Глибинна структура літосфери району розміщення Шебелинського родовища, яку ми встановили, не претендує на свою вичерпаність і, безперечно, є підстави сподіватися, що подібну глибинну структуру мають під собою й інші відомі гігантські та великі родовища вуглеводнів. Виявлені особливості глибинної структури Шебелинського родовища можна брати за приклад під час пошуків нових подібних об'єктів.

Приємно зазначити, що загальний підхід до проблем міграції потенціальних полів знаходить відгук за кордоном [7].

Потрібно зауважити, що Нобелівську премію з фізики 2017 року отримали Райнер Вайс, Баррі Бариш і Кіп Торн за виявлення гравітаційних хвиль детектором LIGO, для чого за допомогою лазера вимірювали довжину чотирьох кілометрових тунелів, які зменшувалися і збільшувалися під впливом гравітаційних хвиль. Про це оголосили в Шведській королівській академії наук. Зазначають, що вперше гравітаційні хвилі, які передбачив Альберт Ейнштейн ще 100 років тому, спостерігалися 14 вересня 2015 року. Водночас про експериментальне підтвердження теорії Альберта Ейнштейна про гравітаційні хвилі оголосили в лютому 2016 року.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Атлас родовищ нафти і газу України (Східний нафтогазоносний регіон). Українська нафтогазова академія. Львів: Центр Європи. 1999. Т. 3. 484 с.
2. *Баньковський М.В.* Методика врахування мас проміжного шару в моделях нормального гравітаційного поля Землі та її комплексне застосування (на прикладі Карпатського регіону): автореф. дис. ... канд. геол. наук, спеціальність 04.00.22 «Геофізика». Київ: ІГ НАН України. 2010. 20 с.
3. *Клаербоут Д.Ф.* Сейсмическое изображение недр: пер. с англ. В.Н.Лисина. М.: Недра. 1989. 407 с.
4. *Мегеря В.М.* Филатов В.Г., Старостенко В.И., Корчагин И.Н., Лобанов А.М., Гласко Ю.В., Волоцков М.Ю., Скачков С.А. Возможности и перспективы применения несейсмических методов для поисков скопленных углеводородов и геосолитонная концепция их образования // Геофизический журнал. 2012. №3, т.34.
5. *Орлюк М.И.* Пашкевич И.К. Магнитная характеристика и разломная тектоника земной коры Шебелинской группы газовых месторождений как составная часть комплексных поисковых критериев углеводородов // Геофизический журнал. 2011. №6, т.33. С136-151.
6. *Сигалов Я.Б.* Андрашко М.И. К решению задач аналитического продолжения потенциальных полей. Деп. в УкрНИИТИ 27.03.1985 г., №623 УК-85Д. Киев. 1985. 32 с.
7. *Шестаков А.Ф.* О концепции особых точек аналитического продолжения геофизических полей и развитии методов их определения с использованием гасящих функций. Екатеринбург: Институт геофизики УрО РАН // Уральский геофизический вестник. 2013. №1 (21). С.55-68.
8. Bonvalot S., Balmino G., Brais A. WGM2012_Bouger_ponc_2min.
9. *Maus S.* Sazonova T., Hemant K., Fairhead J.D., Ravat Dhananjay WDMAM_NGDC_V1.1.

REFERENCES

1. Atlas of oil and gas fields of Ukraine (Eastern oil and gas region). Ukrainian Oil and Gas Academy. Lviv: Center of Europe. 1999. Vol. 3. 484 p. – in Ukrainian
2. *Bankovsky M.V.* 2010. The method of taking into account the masses of the intermediate layer in models normal gravitational field of the Earth and its complex application (on an example of the Carpathian region): author's abstract Diss. Cand. geol. Sciences specialty 04.00.22 «Geophysics» – Kyiv: IG NAS of Ukraine, 20 p. – in Ukrainian
3. *Claerbout D.F.* 1989. Seismic image of the interior: per. with English – Moscow: Nedra, 407 p. – in Russian
4. *Megerya V.M.* Filatov V.G., Starenko V.I., Korchagin I.N., Lobanov A.M., Glasko Yu.V., Volotskov M.Y., Skachkov S.A. 2012. Opportunities and prospects application of non-seismic methods for the search for

- hydrocarbon accumulations and geosoliton concept of their education. Geophysical Journal. no. 3, vol. 34. – in Russian
5. *Orlyuk M.I.* Pashkevich I.K. 2011. Magnetic characteristic and fault tectonics of the earth's crust of the Shebelinsky group of gas fields as a component complex search criteria for hydrocarbons. Geophysical Journal. no. 6, vol.33, p. 136-151. – in Russian
 6. *Sigalov Y.B.* Andrashko M.I. 1985. To the solution of problems of analytic continuation potential fields. Dep. in UkrNIINTI on 27.03.1985, №623 UK-85 D – Kiev, 32 p. – in Russian
 7. *Shestakov A.F.* 2013. On the concept of singular points of analytic continuation geophysical fields and the development of methods for their determination using of extinguishing functions – Ekaterinburg: Institute of Geophysics, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Ural geophysical bulletin. no.1 (21), p. 55-68. – in Russian
 8. Bonvalot S., Balmino G., Brais A. WGM2012_Bouger_ponc_2min.
 9. Maus S., Sazonova T., Hemant K., Fairhead J.D., Ravat Dhananjay WDMAM_NGDC_V1.1.

M.V. Bankovsky, I.S. Potapchuk, A.M. Gayhman

THE MAIN FEATURES OF THE DEEP STRUCTURE OF THE SHEBELINKA GAS FIELD LOCATION BY RESULTS OF OF THE WAVE CONTINUATIONS OF THE GRAVITATIONAL AND MAGNETIC FIELDS BY THE METHOD OF GEOPHYSICAL HOLOGRAPHY

It was established that the Shebelinka gas condensate field, using the method of geophysical holography, is located in the zone of transcontinental zone of transmantle-asthenospheric faults, which can be interpreted as zones of geosoliton energy-mass transfer.

Key words: geophysical holography, gas condensate field, hydrocarbons, gravitational and magnetic fields.

М.В. Баньковский, И.С. Потапчук, А.М. Гейхман

ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ГЛУБИННОЙ СТРУКТУРЫ ТЕРРИТОРИИ РАЗМЕЩЕНИЯ ШЕБЕЛИНСКОГО ГАЗОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ВОЛНОВЫХ ПРОДОЛЖЕНИЙ ГРАВИТАЦИОННОГО И МАГНИТНОГО ПОЛЕЙ МЕТОДОМ ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ ГОЛОГРАФИИ

Независимо от проведенных ранее геофизических, в том числе сейсмических исследований, определены основные черты глубинной структуры района размещения Шебелинского месторождения методом геофизической голографии. Установлено, что залежи углеводородов приурочены к вертикальной трансмантинно-коровой зоне неоднородности, которую можно трактовать как флюидопроводящий канал или зону геосолитонного энергомассопереноса.

Ключевые слова: геофизическая голография, газоконденсатное месторождение, углеводороды, гравитационные и магнитные поля.

М.В.Баньковский

І.С.Потапчук

Інститут геологічних наук НАН України

А.М.Гейхман