УДК 528.11
Баньковский М.В., Полухтович Б.М., Гейхман А.М.
Український державний геологорозвідувальний інститут (м. Київ, Україна)

ГІПОТЕЗА ПРО ХВИЛЬОВУ ПРИРОДУ ПОТЕНЦІЙНИХ ПОЛІВ І ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ГЛИБИННОЇ БУДОВИ ЗЕМЛІ І ПЕРСПЕКТИВ НАФТОГАЗОНОСНОСТІ ОСАДОВИХ БАСЕЙНІВ

© Баньковский М.В., Полухтович Б.М., Гейхман А.М., 2003

Приводится краткое описание алгоритмических основ и результатов применения нового метода квазиэкстремумов квадратичного функционала (МКЭКФ). Это новое и перспективное направление в развитии геофизики может быть использовано при исследованиях различных месторождений полезных ископаемых.

The brief description algorithmic bases and results applications of a new method quasiextremums of quadratic functional (MQEQF) in examples to study a deep structure and prospects potentialities of oil and gas content in East part Prydobrudjya deflection and local structures in the water area of the Black See is resulted and for realization deep research in a section of Akhtyrka on standart territories with a known and unknown geological structure is given. The MQEQF is a new and perspective direction in prospecting geo-physics and will be usefull by searches and investigations in various deposits of minerals.

Основою методу квазіекстремумів квадратичного функціонала (МКЕКФ) служить алгоритм, запропонований Я.Б.Сігаловим, М.І.Андрашко і надалі удосконале-ний А.М.Гейхманом. Основою подальшого використання алгоритму служить гіпотеза про хвильову природу потенційних полів: гравітаційного, магнітного, теплового... Для здійснення процесу аналітичного продовження задіяно не рівняння Лапласа, а одна з модифікацій хвильового рівняння. Віртуальий час використовується для організації збіжного ітераційного процесу. Продовження по глибині здійснюється кінцеворізницевою схемою, усталеність якої доведена по Самарському. По латеральних змінних можна використовувати техніку перетворень Фур'є або кінцево-різницеву техніку. Підхід дозволяє в єдиному алгоритмі об'єднати добре розвинені математичні апарати ітераційних процесів, кінцево-різницевих схем і техніку рядів Фур'є. Усталеність і точність такого продовження поза масами доведена теоретично і продемонстрована на ряді тестових прикладів. В результаті продовження визначається в лінійному випадку двовимірний масив, а в площовому - тривимірний, із якого можна виділити 2-D масиви в будь-якому необхідному напрямку. Ці двовимірні масиви і піддаються нелінійній фільтрації в два етапи. На першому двовимірний масив у кожній локальній точці у деякому вікні піддається лінійному згладжуванню. Після чого в околі цієї точки будується квадратичний функціонал, найбільш точно наближуючий цю функцію в даному околі. Аналогічно будується квадратичний функціонал у деякому більш широкому околі даної точки, після чого обчислюється квадратний корінь від модуля різниці цих величин зі знаком різниці. Функціонал дозволяє виділяти аномалії від невеликих об'єктів, які без подібного обчислення були б просто "поглинені"(завуальовані) більш сильними аномаліями.

Переваги даного підходу полягають у тому, що на відміну від традиційних підходів в геофізичній практиці метод КЕКФ надає можливість розчленовувати розріз за образами гармонік продовженого гравітаційного і магнітного полів та фізичними властивостями гірських порід in situ (по вертикалі) шляхом фокусування, настройки зображення земних надр в гравітаційно- та магнітнохвильовому спектрах на відомих об`єктах (свердловинах, структурах) і, таким чином, автоматизованим отриманням зображення на невідомих ділянках території досліджень, що входять в матрицю спостережених полів. В образах продовжених полів відбувається розчленування гармонік, обумовлених осадовими відкладами, гірськими породами кристалічного фундаменту або іншого генезису порід на гармоніки від окремих літофізичних товщ, що можуть відповідати різним седиментаційним або тектонічним циклам. Як правило, в сейсморозвідці ми маємо можливість диференціювати розріз практично лише по одному параметру (акустична жорсткість). Необхідність кореляції різнофаціальних товщ в різних структурно-тектонічних зонах привела авторів до використання ідеї виділення квазісинхронних седиментаційних гравітаційних і магнітних комплексів. Звідси витікає можливість введення термінів «гравіфація» і «магнітофація», граві- та магніто-стратиграфія.

Паралельне виділення за даними ГДС, керну і продовжених полів дає різні за потужностями літофізичні товщі, які входять в склад циклітів. Здійснюючи одночасно ідентифікацію характерного літологостратиграфічного типу, ми отримуємо можливість паралельного трасування осадового розрізу і кристалічного фундаменту. Фізичні властивості гірських порід визначаються в першу чергу густиною та магнітними властивостями цих порід. Теригенним відкладам притаманна менша густина, ніж карбонатним. Збільшення теригенної частини в товщі карбонатних порід зменшує загальну густину товщі. Одночасно на загальну густину карбонатних товщ впливає наявність тріщинуватості, кавернозності і пористості, що зменшує густину цих товщ. Більш глинисті відклади мають меншу густину, ущільнення в них - за рахунок пластів алевролітів, пісковиків, вапняків або доломітів і ангідритів. Ущільнені, відповідають сульфатно-карбонатним породам (ангідрити, доломіти, вапняки). В той же час гармоніки продовженого гравітаційного поля відображають частини розрізу зі збільшеною густиною підвищеними позитивними аномаліями гравітаційного поля, а менш щільні - зниженими значеннями поля. Гармоніки магнітного продовженого поля також відображають значну диференціацію різних комплексів порід і, як правило, екстремуми гармонік продовженого магнітного поля залежать від намагнічуваності або від зворотної намагнічуваності гірських порід. На основі такого підходу і кореляційної ув`язки в протерозойських і осадових відкладах виділяються опорні товщі, будується схематична карта ймовірної поверхні кристалічного фундаменту, виділяються умовні комплекси збільшеної потужності осадових утворень, перекритих ущільненими покришками, як ймовірні нафтогазоперспективні зони.

Вперше технологія КЕКФ в двовимірному варіанті була застосована при обробці та інтерпретації матеріалів граві- і магніторозвідки з використанням матеріалів сейсморозвідки (КМЗХ, МСГТ), геофізичних досліджень свердловин (ГДС) і глибокого буріння (керну) для вивчення глибинної будови Скоробагатьківського, Пісочанського, Ведмедівського і Дмитрівського соляних штоків Дніпровсько-Донецької западини в умовах солянокупольної тектоніки в 1987-1989 рр.(М.В.Баньковский, А.М.Гейхман, 1987-89 р.р.). В подальшому Т.А.Гончарова, А.М.Гейхман (3-D варіант) застосували МКЕКФ при інтерпретації даних граві- і магніторозвідки в комплексі з іншими методами для вивчення глибинної будови і визначення перспектив нафтогазоносності Рів-нинного Криму, окремих ділянок шельфу Чорного і Азовського морів. Метод КЕКФ в найближчій формі до сучасного варіанту обробки вперше був застосований при обробці та інтерпретації даних граві- і магніторозвідки в комплексі з іншими методами і бурінням з метою вивчення глибинної будови та перспектив нафтогазоносності Східної час-тини Переддобрудзького прогину та прилеглої акваторії Чорного моря з використанням матеріалів магнітної, аеромагнітної і гравіметричної зйомок масштабів 1:200 000 та 1:50 000, сейсморозвідки (ГСЗ, МСГТ), глибокого буріння (ГДС) і керну. Розчленування розрізу здійснено за фізичними властивостями та образами продовжених гравітаційного і магнітного полів. При вивченні геологічної будови Східної частини Переддобрудзького прогину і прилеглої акваторії Чорного моря на основі застосування хвильового продовжень гравітаційного і магнітного полів в нижній півпростір було помічено (а пізніше підтвердилося при порівнянні з геологічним описом результатів інтерпретації матеріалів ГДС і описом керну), що в образах продовжених полів відбувається розчленування девонсько-кам`яновугільних відкладів на послідовно-залягаючі літофізичні товщі, які могли б відповідати різним седиментаційним циклам. Було отримано принципове підтвердження (в середньому) характеру продовжених гравітаційного і магнітного полів з очікуваними густинами гірських порід вниз по стволу свердловини. Проведено (рис.1) зіставлення графіків ймовірної густини, отриманим за даними сейсмокаротажа по свердловині Саратська -6 з графіками продовжених за методом КЕКФ в нижньому півпросторі гравітаційного $\left(\Delta\tilde{g}\right)_a^{\text{Б}}$ та магнітного $\left(\Delta\tilde{T}\right)_a$ полів (густина розрахована по відомій формулі $\sigma = 2.1 + 0.1 * V$(км/сек) за даними сейсмокаротажу). Таке підтвердження є в свердловинах, де проведений сейсмокаротаж (більше 10 свердловин) в Переддобрудзькому та Дніпровсько-Донецькому прогинах (рис.1). Фізичні властивості гірських порід визначаються в першу чергу густиною та магнітними властивостями цих порід. Теригенним відкладам притаманна менша густина, чим карбонатним. Збільшен-ня теригенної частини в товщі карбонатних порід зменшує загальну густину товщі. Одночасно на загальну густину карбонатних товщ впливає наявність тріщинуватості, кавернозності і пористості, що зменшує густину цих товщ. Нижньодевонські відклади переважно глинисті(за вийнятком південно-східної зони піднятть Лиманського-Зміїного, де переважає карбонатний розріз), тому і мають меншу густину, ущільнення в них - за рахунок пластів алевролітів, пісковиків, вапняків або доломітів і ангідритів. Середньо-верхньодевонські відклади ущільнені, відповідають сульфатно-карбонатним породам (ангідрити,

доломіти, вапняки). Турнейські і нижньовізейські - це карбонатні породи з пропластками ангідритів і доломітів. Верхньовізейські породи - в більшості глинисто-теригенні. В той же час продовжене гравітаційне поле відображає частини розрізу зі збільшеною густиною підвищеними позитивними аномаліями гравітаційного поля, а менш щільні - зниженими значеннями поля. Магнітне продовжене поле також відображає значну диференціацію різних комплексів порід і, як правило, екстремуми продовженого магнітного поля залежать від намагнічуваності або від зворотної намагнічуваності гірських порід. На основі такого підходу і кореляційної ув`язки по протерозойським і осадовим відкладам виділені опорні товщі (PR_2^{+-}, D_1^-, D_1^+, $D_{2\text{-}3}^+$, $D_3C_1v_1$, C_1v_1 та інші), побудована схематична карта ймовірної поверхні PR_2^+ відкладів Східного Перед-добруджжя і прилеглої акваторії Чорного моря. Закартовані різні порушення та при-піднятий блок - ймовірний Саратсько-Сергіївський палеовулкан. Виділені умовні комплекси (D_1-D_{23}) збільшеної потужності осадових утворень, перекритих ущільненими покришками, як ймовірні нафтогазоперспективні зони (Ярославсько-Миколаївська, Жовтоярсько-Лебедівська, Білоліcько-Рибальська, Причорноморська). До Причорноморської тяжіють ряд виділених ймовірних ефузивних (інтрузивних) утворень. Таким чином, шельфова та пришельфова зони Білоліського блоку Західного Причорномор`я мають також підвищений ймовірний потенціал нафтогазоносності. Виділений ймовірний Саратсько-Сергіївський палеовулкан може свідчити про те, що південніше починається занурення фрагменту Скіфської плити під Волино-Подільську (Придністровську) плиту Східно-Європейської платформи і що, можливо, ділянка досліджень знаходиться поблизу палеожолобу і можливе переплавлення на глибині субстрату Скіфської плити та накопичення нафти і газу в голові насуву. Таким чином, ми маємо збільшену ймовірність нафтогазоперспективності території за рахунок вуглеводнів як біогенного, так і абіогенного походження.

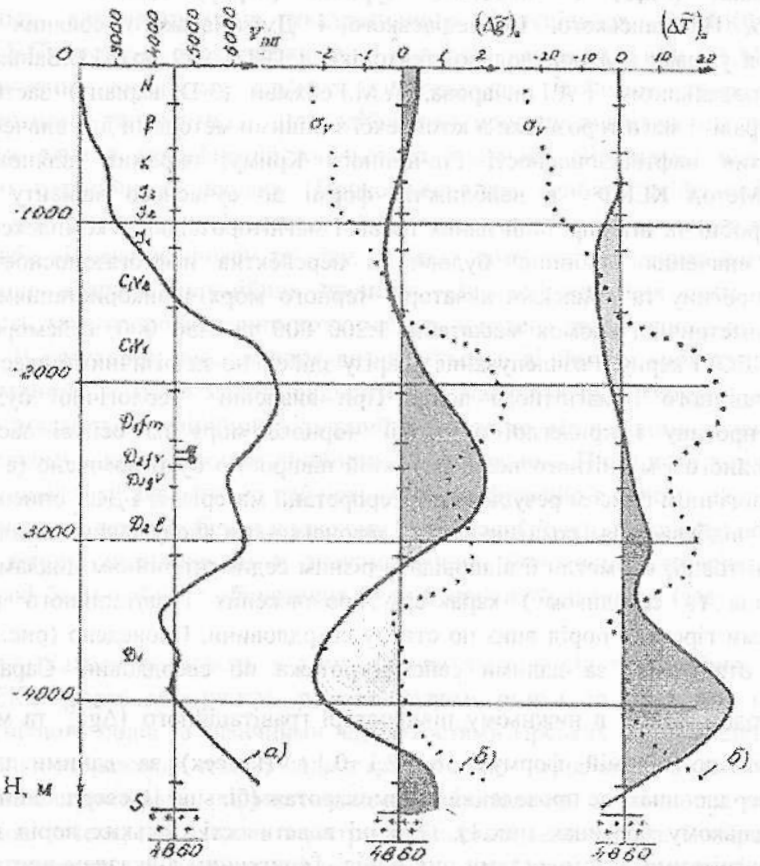

Рис.1. Зіставлення продовжених гравітаційного та магнітного полів з даними сейсмокаротажу.

В 1999 р. на основі методу КЕКФ проведена обробка та інтерпретація матеріалів наземної гравіметричної і аэромагнітної зйомок (В.І.Старостенко, М.В.Баньковський, А.М.Гейхман, С.П.Іпатенко, 2000) масштабу 1:50 000 частини бортової та прибортової зон Качанівсько-Тростянецько-Козіївської ділянки робіт (ДДЗ) і результати зіставлено з даними аерокосмогеологічних досліджень. Дано нову модель бортової

та прибортової зон Качанівсько-Тростянецько-Козіївської ділянки робіт (ДДЗ) шляхом побудови карти ізогіпс ймовірної поверхні протерозойського фундаменту. На розрізах знайшли відображення Криворізько-Кременчузький (Комарицький) та Ворсклинський(Киши-нівський трансконтинентальний лінеамент), Ульянівсько-Богодухівсько-Петропавлівський лінеамент, рифтовий пізньодевонський глибинний скид Барановицько-Астраханського глибинного розлому, що обмежує Дніпровсько-Донецький палеорифт та локальні порушення (Лантратівський, Хижняківський та ін.). Тектонічні порушення утворюють систему клавіш або амфісходинок. На підставі кореляції розущільнених комплексів в осадовій товщі і в кристалічному фундаменті виділені ймовірні нафтогазоперспективні зони, в межах яких присутні ущільнені покришки: в осадовій товщі (Качанівська, Чернеччинсько-Хухринська, Тростянецько-Рицинська, Кудрявська, Півн.-Бугруватівська, Півд.-Качанівська, Рибальська, Півд. Бугруватівська, Бугруватівська, Загорянська, Більська, Українська, Козіївська, Гончарівська, Богданівська і в кристалічному фундаменті (Хухринсько-Чернеччинська).

Застосування методу КЕКФ надає практичну можливість активного комплексування результатів інтерпретації даних гравіметричної та магнітної зйомок з опорою на дані глибокого буріння(керну), геофізичні дослідження свердловин(ГДС) з іншими геологогеофізичними методами на рівні модельного зіставлення та доповнення, дозволяє картувати ймовірні структури осадового чохла і кристалічного фундаменту, різновікові глибинні розломи, а також виділяти в 3-D варіанті ущільнені та розущільнені (намагнічені і розмагнічені) геологічні об`єкти і на цій підставі виділяти ймовірні нафтогазоперспективні зони. Метод КЭКФ може застосовуватись незалежно від генезису родовищ корисних копалин. Основна умова застосування методу: контрастність фізичних властивостей и висока точність вхідних даних.

Основні розбіжності між даними МКЕКФ та сейсморозвідки, на думку авторів, можна пояснювати різними причинами, серед яких основною є та, що МКЕКФ працює з інтегральними ефектами від багатьох тонких пластів і фіксує, таким чином, потужні частини аномальних геологічних утворень, які мають контрастні властивості та які складаються з консолідованої, не дезинтегрованої частини об`єктів. Звичайно, МКЕКФ вимагає точних карт гравітаційного та магнітного полів, інакше зображення буде спотвореним. Це складає основу нетрадиційного підходу до вирішення найважливіших задач розвідувальної геофізики.