

gravity field of n objects (ore bodies, layer interfaces etc.) through the solution of the inverse problem for separate objects – by the appropriate field values from these geological objects.

The numerical schemes for the definition of the initial approximation of the density interface in the multilayered geological media are stated. These algorithms formally coincide within the first iteration. There are also proposed analogical techniques based of the Chebyshev iteration construction for the iterative specification of the behavior of the contact asymptotes.

There were modeled synthetic initial approximations of synclines and anticlines by these algorithms. An alternative calculus method for it is pointed out, which is based upon the definition of the different moments of the interface curves. For the integral calculation there is obtained an appropriate expression in the finite quadratures.

Modeling data show that new analytical constructions for the calculation of the multilayered contact interfaces within their Newtonian numerical approximation converge more quickly in comparison with classic techniques for the contact definition. Their invariability for the big dimension field data should be tested on the real measurements. No attempts to apply rough approximations were successful: convergence was considerably less than in previous cases, and, besides, there was a rather ambiguous geological maintenance.

Key words: potential theory, analytical model, contact problem, classes of density interfaces, gravity fields separation, modeling.

Ю. Дубовенко, канд. физ.-мат. наук, ст. наук. сотрудник, nemishayeve@ukr.net

Институт геофизики им. С.И. Субботина НАН Украины,

к. 304, пр. Палладина, 32, Киев-142, Украина

ОБ ОДНОЗНАЧНОСТИ ВЫЧИСЛЕНИЯ ПРИБЛИЖЕНИЙ МНОГОСЛОИСТЫХ ПЛОТНОСТНЫХ КОНТАКТОВ

Цель статьи – получить математические конструкции для геологических объектов типа синклиналей и антиклиналей, обосновать единственность обратной задачи восстановления аналитических моделей горизонтально-слоистой геологической среды с несколькими плотностными границами раздела для этих конструкций в наперед определенном классе Черного контактных поверхностей и апробировать разработанную методику для их итерационного вычисления. Совокупность этих двух моделей образует новую уточненную постановку обратной задачи гравиметрии для контактной поверхности. Это необходимо для улучшения известных процедур подбора в решении обратных задач гравитационных и магнитных полей.

Обратная задача определения контакта в горизонтально-слоистой среде с несколькими плотностными границами сведена к решению нелинейного интегрального уравнения, которое описывает контакт, ограниченный заданными постоянными асимптотами в плоской области. Однако в подобной постановке практика вычисления усложняется проблемой эквивалентности решений.

Для этой модели приведены две теоремы разделения полей – для случая нескольких односвязных объемов и для случая нескольких непересекающихся слоев. Теоремы единственности основаны на теоремах разделения полей, которые позволяют свести решение обратной задачи по суммарному внешнему полю n объектов (рудных тел, границ раздела слоев) к решению обратной задачи для отдельных объектов – по значениям полей от этих объектов.

Указаны численные схемы для определения начального приближения плотностного контакта в многослойной геологической среде. Эти алгоритмы формально совпадают на первом шаге итераций. Аналогичные схемы на основе итерационной конструкции Чебышева предложены и для итерационного уточнения поведения "асимптот" контакта.

Осуществлено моделирование синтезированных начальных приближений "антиклиналей" и "синклиналей" по этим алгоритмам. Указан альтернативный способ вычисления, который базируется на определении различных моментов кривой контакту. Для вычисления интеграла получено соответствующее выражение в конечных квадратурах.

По результатам моделирования выявлено, что новые аналитические конструкции для вычисления многослойных контактов при их численном моделировании способом Ньютона скорее сходятся в сравнении с классическими методами вычисления контакта. Их устойчивость на данных большой размерности целесообразно проверить на полевых данных. Попытки обойтись грубыми приближениями успеха не имели: сходимость на порядок меньше и довольно сомнительное геологическое содержание.

Ключевые слова: теория потенциалов, аналитическая модель, контактная задача, классы контактных поверхностей, разделение гравитационных полей, моделирование.

УДК (528.8.04:551.243):001.8

О. Азімов, д-р геол. наук, ст. наук. співроб., пров. наук. співроб.

E-mail: azimov@casre.kiev.ua

Науковий Центр аерокосмічних досліджень Землі

Інституту геологічних наук Національної Академії Наук України,

вул. Олеся Гончара, 55-б, м. Київ, МСП, 01601 Україна

ОСНОВНІ МЕТОДОЛОГІЧНІ ПРИНЦИПИ ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ БУДОВИ ЗЕМНОЇ КОРИ ДИСТАНЦІЙНИМИ ТЕХНОЛОГІЯМИ

Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром геол.-мінералог. наук, проф. В.В. Шевчуком)

У статті з феноменологічних позицій концептуально охарактеризовано п'ять основних (або фундаментальних) принципів, на яких базується методологія дослідження особливостей будови земної кори на підставі використання дистанційних аерокосмічних технологій. Головний (перший) принцип стосується усвідомлення процесу одночасної взаємодії (парагенезу) фізичних сил протилежного спрямування. Це сили притягання і відмінні від них сили відштовхування.

Другий принцип полягає у визначенні двох груп геологічних рушійних сил (внутрішніх і зовнішніх) у виникненні та розвитку структур літосфери. Третій принцип застосування матеріалів аерокосмічних зйомок у геологічних цілях базується на позиціях існування в літосфері поряд з пластичними (квазіпластичними) – крихкими (квазікрихкими) деформацій гірських порід. Четвертий принцип стверджує існування активних процесів перманентно-перервного енергомасообміну в природних геосистемах планети, як проявів особливостей існування і форм руху матерії.

П'ятий принцип констатує, що специфічні сучасні ландшафти та притаманні їм аномалії, будучи геоіндикаторами внутрішньої структури геологічного субстрату і пов'язані з ним енергомасообмінними процесів, диференціюються за спектральними характеристиками відбитого, розсіяного, поглинутого і емітерного електромагнітного випромінювання в різних діапазонах хвиль. Як наслідок, вони розрізняються за цими характеристиками, а також можуть бути відображеними і розпізнаними на даних дистанційних аерокосмічних знімків.

Ключові слова: методологія, земна кора, геологічні рушійні сили, дистанційне зондування Землі, ландшафтні геоіндикатори.

Мета та задача статті. Дистанційні знімки Землі з літальних космічних або повітряних апаратів є важливим джерелом даних при вивченні блокової будови її кристалічної основи та осадової товщі, уточненні розташування кільцевих структур, прогнозів нафтогазо- і рудоперспективних об'єктів і просторового розподілу їхніх проявів і родовищ, дослідженні геодинаміки та моніторингу сучасних екзогенних процесів тощо

[1; 5; 6; 11; 12; 14 та ін.]. Використання даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) у геологічних дослідженнях аргументується низкою їхніх позитивних якостей, важливими з них є: актуальність, оперативність отримання, об'єктивність у відображенні об'єктів і процесів, велика оглядовість, інтегруюча здатність (природна генералізація), своєрідна "рентгеноскопічність", повторюваність, можливість отримання дистанційних

матеріалів одного і того ж регіону різних масштабів, можливість отримання зображень у декількох зонах спектра електромагнітних хвиль, відносна дешевина при вирішенні поставлених завдань тощо.

Крім того комплексне використання традиційних геолого-геофізичних методів вивчення будови земної кори і методів ДЗЗ дозволяє оптимізувати мережу наземних досліджень та екстраполювати отримані внаслідок їх проведення дані.

Разом з тим застосування дистанційних аерокосмічних даних не дає однозначної відповіді при вирішенні низки завдань надкористування. До таких, зокрема, належать питання встановлення конкретної глибини залягання того чи іншого геологічного тіла, його геометричних та ряду інших параметрів. Наприклад, що стосується диз'юнктивних дислокацій, то теорія і методологія їх диференціації за кінематичними і геодинамічними характеристиками, ступенем розкритості для проникнення різноманітних флюїдів на підставі використання матеріалів аерокосмічних зйомок (МАКЗ) до теперішнього часу ще повною мірою не розроблена. До цього слід додати фактор незначного рівня використання комп'ютерних технологій обробки залучених даних ДЗЗ під час спроб розв'язання вказаних проблем.

Більш того, наразі теоретичні погляди фахівців галузі щодо фізичної суті відображення глибоко похованих об'єктів літосфери у зовнішніх компонентах сучасного ландшафту та щодо моделі формування відповідного корисного сигналу на матеріалах дистанційних зйомок (МДЗ) часом суперечливі або неоднозначні [1; 5; 6; 11; 12; 14 та ін.]. У цьому контексті слід зазначити, що закони геології відображають інтегральну взаємодію та взаємообумовленість законів математики (механіки, фізики, хімії та біології у природних геосферах (геосистемах)). Вони, геологічні закони, характеризують взаємовідношення і взаємозв'язок між матерією літосфери, гідросфери, атмосфери, біосфери, якою ці геосфери складені, космосом, а також між явищами і процесами, що в них відбуваються, включаючи взаємодію геофізичних полів і різноманітні фізико-хімічні реакції. З огляду на це геологічні закони сформульовані недостатньо чітко. Вони можуть сприйматися на рівні робочих концепцій або гіпотез, які часто є альтернативними одна стосовно одної. Це визначає загальну постановку проблеми.

Повною мірою вказане притаманне й для теоретичних основ виявлення особливостей структури земної кори на підставі застосування дистанційних аерокосмічних технологій як складових комплексного процесу геологічних досліджень, а отже окреслює невирішену раніше частину загальної проблеми. Тому теоретична база як окремих дисциплін, так і методів ДЗЗ потребує подальшого розвитку на принципах системності, що засвідчує зв'язок цієї задачі з фундаментальними завданнями сучасної науки.

Отже, узагальнюючи напрацювання фахівців галузі, а також суміжних сфер природознавства, доповнюючи їх результатами власних досліджень, усвідомлюючи спільний розвиток геосфер планети, наявність тісних залежностей між ними та їхніми компонентами, а також існування зв'язку їх з космосом, з феноменологічних поглядів концептуально охарактеризуємо основні (або фундаментальні) принципи [2; 4 та ін.], що є базово-методологічними при дослідженнях особливостей будови земних надр і різноманітних ендегенних процесів за МАКЗ. Це є головною метою статті.

Виклад результатів дослідження. Характеризуючи основоположні методологічні принципи вивчення особливостей структури земної кори на підставі використання

МДЗ з позицій системного підходу, відмітимо, що загалом цей підхід стверджує: що будь-який об'єкт може бути і повинен (якщо ми хочемо досліджувати його дійсно суттєві властивості) розглядатися як система. Стосовно мети нашої розробки принцип системності розуміється як вимога вичленення природних системних властивостей структурних елементів земної кори (літосфери загалом з урахуванням особливостей будови ландшафту сучасної денної поверхні), а також різноманітних ендегенних процесів, зокрема геодинамічних.

Методологічна база виявлення і вивчення характерних особливостей будови земної кори на підставі використання даних ДЗЗ ґрунтується на визнанні ряду основних (основоположних, фундаментальних) принципів, які за своєю сутністю випливають з геологічної концепції розробленої академіком В. Г. Бондарчуком теорії тектоорогенії [8], а також вчення його колег і послідовників про тектонічні розриви літосфери різноманітної кінематики, що виникли на різних етапах геодинамічної еволюції й визначають її (літосфери) фрактальну структуру [1; 5; 6; 10–17 та ін.], про енергомасообмін як у власне геосистемах (геосферах) планети [1; 3; 6; 7; 10; 12–14; 16; 17 та ін.], так і в системі Земля–космос загалом [3; 7; 9; 14–18 та ін.]. *Головний (перший) принцип* стосується усвідомлення процесу одночасної органічної взаємодії (парагенезу) фізичних сил протилежного спрямування, завдяки і під впливом яких відбувається еволюція, рух геологічної речовини в будь-якому природному об'єкті. Це сили притягання, а також відмінні від них сили відштовхування.

У просторово-часовому континуумі Всесвіту неможлива дія лише однієї з вказаних груп сил без одночасної дії (протидії) протилежно спрямованих сил іншої парагенетичної групи однакового ієрархічного рангу. Отже, вказаний процес є конкретним проявом філософського закону *єдності та боротьби протилежностей* (або закону взаємного проникнення протилежностей).

Другий принцип полягає у визначенні двох груп геологічних рушійних сил (внутрішніх і зовнішніх) у виникненні та розвитку структур літосфери, як складових елементів єдиної матеріальної системи Земля, різноманітні різнорангові об'єкти якої, а також їхні рухи перебувають у закономірній підпорядкованості та взаємообумовленості. До групи внутрішніх сил належать власне внутрішні (тобто земні) сили, що зумовлені різноманітними фізико-хімічними процесами, які відбуваються як у глибинах "тіла" планети, так і на її поверхні, а також сила земного тяжіння (стиснення). Серед внутрішніх глибинних процесів виділяються [17 та ін.]: гравітаційно-хімічна диференціація глибинної речовини, періодичні накопичування і вивільнення радіоактивного тепла (а також електромагнітної енергії [7]), фазові та поліморфні перетворення глибинних мас, рух теплових хвиль, глибинні конвекційні течії, локальні розігрівання та охолодження внутрішньої речовини і пов'язані з ними локальні стиснення і розширення ділянок верхньої та нижньої мантії, періодичні здимання і опускання окремих ділянок земної кори, розтріскування літосфери (під дією її підняттів і опускань), процеси магматизму і метаморфізму, розвиток структур стиснення (складчастість, орогени і т. п.) і розширення (рифтогени, геосинклінали і т. д.) тощо. Внутрішні сили своєю дією загалом намагаються стиснути, здавити Землю.

Зовнішні за походженням сили включають ротаційні сили обертового руху земної кулі навколо своєї осі, сили гравітаційних впливів на неї Місяця, Сонця, інших космічних тіл, акреція, сили галактичних ударних хвиль, а також сили, які виникають внаслідок дії позапланет-

них електромагнітних полів та іншого космічного випромінювання (насамперед теплової енергії Сонця). До космічного також належить випромінювання іонізованих часток та випромінювання, пов'язане з розпадом радіонуклідів. Сили цієї групи своєю дією загалом спрямовані на розтягнення, розширення Землі.

Не вдаючись до детального аналізу сукупності причин періодичних змін ротаційного режиму земної кулі, що є дискусійним питанням у науці до теперішнього часу, зазначимо лише таке. А саме: ці причини, відповідно до описаного вище другого фундаментального принципу, належать до двох основних типів – зовнішніх і внутрішніх. Зовнішні пов'язані з нерівномірною в часі гравітаційною дією на Землю навколишніх космічних об'єктів і впливом на неї полів іншої фізичної природи, які ними генеруються.

Зі свого боку внутрішні причини зумовлені процесами фізико-хімічного перетворення, самоорганізації глибинної речовини планети як відкритої значним чином нерівноважної системи, процесами, як показано у працях О. І. Слензака [13 та ін.], внутрішнього її саморозвитку. У свою чергу це може виражатися [16] в періодичних збільшеннях і зменшеннях об'єму мас Землі на окремих її ділянках, які в геології відомі як пульсації, коливальні рухи земної кори тощо. Як наслідок, цей перерозподіл мас, механічні їхні переміщення приводять до зміни моменту інерції планети.

Цілком імовірна періодична залежність інтенсифікації дії внутрішніх причин зміни ротаційного режиму Землі від активізації причин зовнішнього типу [9; 15; 18 та ін.].

Отже, парагенез вселенських сил притягання (стиснення) і відштовхування (розтягнення) супроводжується взаємоперетвореннями, з одного боку, форм існування матерії та, з іншого боку, форм її руху (енергії), без якої вона, матерія, немислима. Зазначений процес є одним з яскравих виражень філософського закону *переходу кількості в якість*.

Порівнюючи роль геологічних рушійних сил у процесах тектогенезу, необхідно усвідомлювати, що основу геодинаміки земної кори становлять внутрішні глибинні перетворення, які в ній відбуваються. Група зовнішніх сил, які діють на планету ззовні, має другорядне значення стосовно тектонічних рухів. Зокрема, фактична величина сил оберткової динаміки Землі невелика [17]. Отож вони не спроможні самостійно рухати і зміщувати окремі блоки і глиби земної кори. Вони можуть створювати лише передумови для її розтріскування по лініях певних напрямків – і не більше. Таким чином, зовнішні сили є своєрідним "спусковим механізмом", "каталізатором" для конкретного прояву і реалізації потенціалу внутрішніх сил у формуванні ними структури геологічного субстрату.

Як ми зазначали, розвиток геологічної речовини (матерії–енергії загалом) відбувається завдяки переходу їх з одного якісного стану в інший через постійний зв'язок, протидію різноспрямованих однопорядкових сил, їх взаємоперетворення, тобто через перманентне заперечення протилежностей та їх взаємоперехід. Унаслідок цього в поступальному розвитку системи Земля–космос після початкового "скидання" старих її якостей і подолання відповідного етапу з набуттям нових рис відбувається своєрідне повернення назад, унаслідок чого в новому повторюються якості старого.

Отже, заперечення, як єдність протилежностей, створює між певними етапами розвитку Землі послідовний, генетичний зв'язок. За мільярди років свого існування структура нашої планети зазнала багато стадій розвитку, причому жодна з них не повторювалася. При настанні кожної нової геологічної ери деякі особливості попере-

дньої ери зникали зовсім, інші зазнавали глибокого перетворення, більш того, з'являлися такі геологічні об'єкти, процеси та явища, яких ніколи не було раніше. Тобто має місце сполучення якісної новизни і наступності. Охарактеризовані своєрідні "спіралеподібні" процеси розвитку геологічної матерії, системи Земля–космос загалом, що поєднують у собі циклічність, відносну повторюваність і поступальність, є переконливим втіленням філософського закону *заперечення заперечення*.

Третій принцип застосування даних ДЗЗ у геологічних цілях базується на позиціях існування в літосфері поряд з пластичними (квазіпластичними) крихкими (квазікрихкими) деформаціями гірських порід, що передусім зумовлено диференціацією реологічних властивостей і барично-температурних (P–T) умов геологічного середовища. Крихкі (квазікрихкі) деформації та руйнування здебільшого притаманні консолидованим утворенням верхньої частини земної кори. Таким чином, для останньої характерна наявність диз'юнктивних дислокацій, які загалом визначають її планетарну блокову тектоніку, а також існування зон підвищеної тріщинуватості та дилатансійного розуцільнення порід, що характеризують її (кори) анізотропні геофлюїдопроникні властивості. Як наслідок, розривні порушення створюють взаємопов'язану систему, яка зі свого боку забезпечує різноманітний багаторівневий зв'язок між структурами глибинних, проміжних і приповерхневих надр, а також власне земною поверхнею та її компонентами.

Четвертий принцип стверджує існування активних процесів перманентно-перервного (пульсаційного) енергомасообміну в природних геосистемах планети, як проявів особливостей існування і форм руху матерії. Ці різноманітні складні, часто незворотні, нелінійні процеси спостерігаються між середою, рідкою й газоподібною фазами геологічного середовища та атмосфери, біотою, а також фізичними полями Землі, які їх відображають, і фізичними полями позаземного походження. Крім перебудови та утворення спектра структур земної кори інтерференція цих процесів спричинює також певні відмінності в особливостях образу (лику) поверхні Землі, розвитку відповідних ландшафтів та виникнення аномалій в їхній будові (рис. 1).

Механізму передавання відомостей з глибин Землі на її поверхню притаманний дуже складний, багатофакторний причинно-наслідковий характер. Моделі цієї передачі в більшості випадків пояснюються з феноменологічних позицій. За деяким винятком [6; 7; 14 та ін.], характер фізико-хімічних процесів, які при цьому відбуваються, до цього часу переважно залишається непараметризованим. Вважаються можливими [12] три взаємопов'язаних варіанти передачі інформації з земних надр на поверхню. Загалом їх можна сформулювати як передачу інформації: 1) шляхом механічних деформацій, 2) через геофлюїдодинамічні потоки, 3) завдяки геофізичним полям [3; 14].

П'ятий принцип констатує, що специфічні сучасні ландшафти земної поверхні та притаманні їм аномалії, а також у деяких випадках атмосферні та іоносферні аномалії, будучи геоіндикаторами внутрішньої структури геологічного субстрату і пов'язані з ним енергомасообмінних процесів, диференціюються за спектральними характеристиками відбитого, розсіяного, поглинутого й емітерного електромагнітного випромінювання в різних діапазонах хвиль – ультрафіолетовому, видимому, інфрачервоному, радіохвильовому. Як наслідок, вони розрізняються за цими характеристиками [5; 6; 14 та ін.], а також можуть бути відображеними і розпізнаними на даних ДЗЗ (рис. 1) [1; 5; 6; 14 та ін.].

Геологічні об'єкти і пов'язані з ними ендегенні процеси в компонентах ландшафту денної поверхні, а також певною мірою в особливостях стану атмосфери і навіть іоносфери та магнітосфери індицируються численними ознаками різних груп [1; 3; 5–8; 11; 12; 14; 16 та ін.]. До цих груп, зокрема, належать рельєф, гідрографічна мережа, літологічний склад поверхневих відкладів, ґрунтово-рослинний покрив, атмосфера, а також сучасні екзогенні процеси і гідрометеорологічні явища

тощо. Загалом геоіндикатори взаємопов'язані між собою численними досить складними, часом неоднозначними і багатоваріантними залежностями прямого і зворотного зв'язку. Синергетично доповнюючи і підсилюючи один одного у просторі та в радіометричному полі МАКЗ, у сукупності вони чіткіше і більш надійно відображають геологічні утворення з характерними для них процесами, а інтегруючись, чіткіше проявляються на різноманітних даних ДЗЗ.

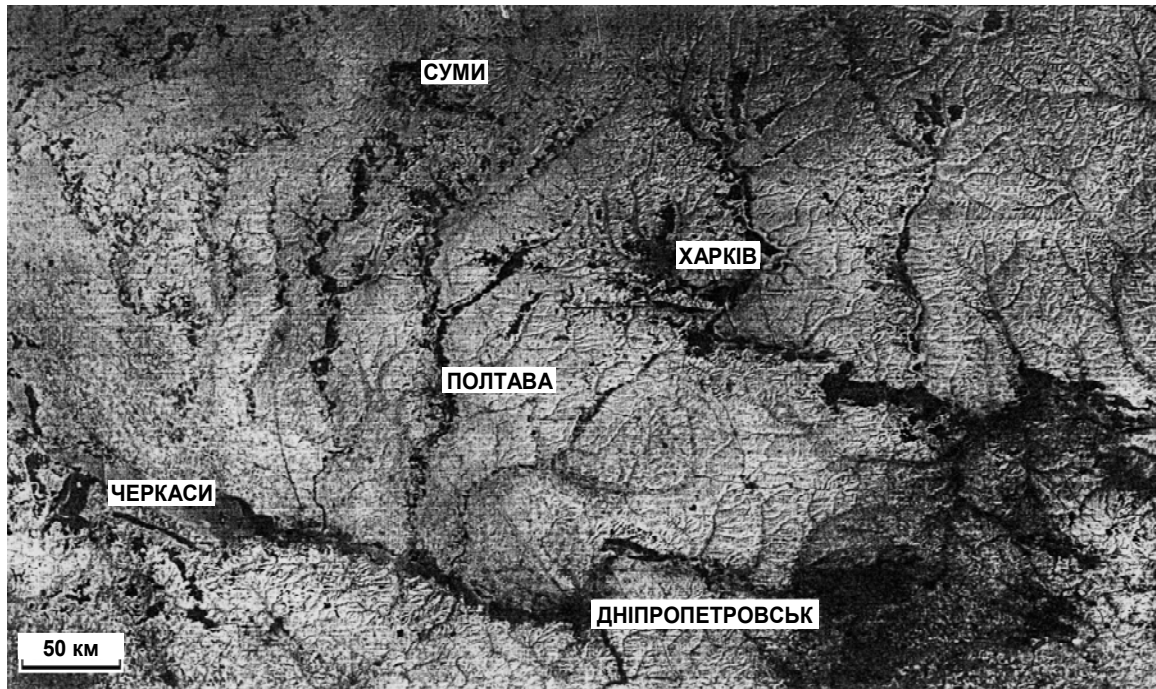


Рис. 1. Територія Дніпровсько-Донецької западини. Фрагмент телевізійного інтегрального космічного знімка В-5373, отриманого зі штучного супутника Землі "Метеор-29" (СРСР) у зимовий період року (23.01.1980 р., 10 год 43 хв) при незначній товщині снігового покриву

Вирізняються гідрографічна та ерозійна мережі від найнижчих до найвищих порядків. Поперечні (субмеридіональні та північно-східні) до простягання регіону річки, їхні долинні комплекси та пов'язані з ними інші компоненти ландшафту відображають зони глибинних розломів (похованих дорифтових глибинних структур [10; 11 та ін.]).

Висновки й пропозиції. Отже, тектонічні рухи та один з головних їхніх наслідків – формування і розвиток різноманітних різнорангових геологічних структур – є результатом причинно-наслідкових зв'язків між будовою земної кори (включаючи її поверхню), тектонофізичними і фізико-хімічними процесами, які в ній відбуваються, а також зовнішніми фізичними полями, до яких належать і поля позапланетного генезису. На усвідомленні цих взаємообумовлювальних зв'язків базуються фундаментальні принципи методології вивчення особливостей структури земної кори за допомогою використання даних аерокосмічних знімків і технологій.

Головні перспективи подальших досліджень у напрямі вдосконалення теоретичних основ використання матеріалів ДЗЗ при геологорозвідувальних роботах вбачаються передусім у коректній розробці кількісних оцінок охарактеризованих процесів як окремо один від одного, так й інтегрованих в єдину систему. Окреме, особливе місце при цьому займає подальша розробка теорії диз'юнктивних дислокацій з різними кінематичними і геодинамічними характеристиками, ступенем розкритості для проникнення різноманітних флюїдів, іншими параметрами.

Список використаних джерел:

1. Азімов О.Т., (2004). Теоретико-методичні аспекти використання дистанційних аерокосмічних методів при вивченні геодинамічних процесів. Вісн. Київ. нац. ун-ту ім. Тараса Шевченка. Геологія, 29-30, 88–93.
2. Азімов О.Т., (2004). Teoretyko-metodychni aspekty vykorystannya dystantsiynnykh aerokosmichnykh metodiv pry vuvchenni geodynamichnykh protsesiv. *Visn. Kyiv. un-tu im. Tarasa Shevchenka. Geologiya*, 29-30, 88–93 (In Ukrainian).
3. Азімов О.Т., (2007). Головні принципи методології вивчення структури земної кори на підставі використання даних дистанційного зондування Землі. Матер. міжнар. наук.-техн. конф. "Прикладна геологічна наука сьогодні: здобутки та проблеми", присвяч. 50-річчю створення УкрДГРІ (Київ, 5-6 липня 2007 р.). К.: УкрДГРІ, 88–89.
4. Азімов О.Т., (2007). Golovni printsypy metodologiyi vuvchennya struktury zemnoyi kory na pidstavi vykorystannya danykh dystantsiynogo zonduvannya Zemli. *Prykladna geologichna nauka sodayni: zdobutky ta problemy*, prysvyach. 50-richchyu stvorennya UkrDGRI (Kyiv, 5-6 lypnya 2007 r.). K.: UkrDGRI, 88–89 (In Ukrainian).
5. Азімов О.Т., (2011). Про геофізичний варіант передачі інформації з надр Землі на її поверхню. Теоретичні та прикладні аспекти геоінформатики: зб. наук. пр. К., 82–108.
6. Азімов О.Т., (2011). Pro geofizychnyy variant peredachi informatsiyi z nadr Zemli na yiyi poverkhnyu. *Teoretychni ta prykladni aspekty geoinformatyky*. K., 82–108 (In Ukrainian).
7. Азімов О.Т., (2012). Принципи методології вивчення особливостей внутрішньої будови Землі за даними аерокосмічних зйомок. Матер. X міжнар. наук. конф. "Моніторинг небезпечних геологічних процесів та екологічного стану середовища" (м. Київ, 17-20 жовт. 2012 р.). К.: ВГЛ "Обрії", 121–123.
8. Азімов О.Т., (2012). Printsypy metodologiyi vuvchennya osoblyvostey vnutrishnoyi budovy Zemli za danyymi aerokosmichnykh zymok. *Monitoring nebezpechnykh geologichnykh protsesiv ta ekologichnogo stanu seredovyscha (m. Kyiv, 17-20 zhovt. 2012 r.)*. K.: VGL "Obriy", 121–123 (In Ukrainian).
9. Азрокосмические методы геологических исследований / Под ред. А. В. Перцова., (2000). СПб.: Изд-во СПб картфабрики ВСЕГЕИ, 316.
10. Азрокосмические методы геологических исследований / In ed. A. V. Pertsova., (2000). SPb.: Izd-vo SPb kartfabriki VSEGEI, 316 (In Russian).

6. Багатоспектральні методи дистанційного зондування Землі в задачах природокористування / Лялько В.І., Федоровський О.Д., Попов М.О. та ін., (2006). За ред. В.І. Лялька і М.О. Попова. К.: Наук. думка, 358.

Lyalko V. I., Fedorovsky O. D., Popov M. O. et al., (2006). Bagatospektralni metody dystantsiynogo zonduvannya Zemli v zadachakh pryrodokorystuvannya. In ed. V.I. Lyalka i M.O. Popova. K.: Nauk. dumka, 358 (In Ukrainian).

7. Баласанян С.Ю., (1990). Динамическая геоэлектрика. Новосибирск : Наука, Сиб. отд-ние, 232.

Balasanyan S.Yu., (1990). Dinamicheskaya geoelektrika. Novosibirsk : Nauka, Sib. otd-nie, 232 (In Russian).

8. Бондарчук В.Г., (1961). Основные вопросы тектоогении. Киев: Изд-во АН УССР., 383.

Bondarchuk V.G., (1961). Osnovnye voprosy tektoorogenii. Kiev: Izd-vo AN USSR, 383 (In Russian).

9. Галабуда М.І., (2002). Космічно-аномалістична концепція формування земної кори. Геологія і геохімія горюч. копалин, 3, 100–108.

Galabuda M.I., (2002). Kosmichno-anomalistychna kontsepsiya formuvannya zemnoyi kory. Geologiya i geokhimiya goryuch. kopalyn, 3, 100–108 (In Ukrainian).

10. Геологические критерии поисков новых объектов на нефть и газ на территории Украины / Порфирьев В.Б., Ключко В.П., Краюшкин В.А. и др., (1977). Отв. ред. В.Б. Порфирьев. Киев: Наук. думка, 152.

Porfirev V.B., Klychko V.P., Krayushkin V.A. et al., (1977). Geologicheskie kriterii poiskov novykh obektov na neft i gaz na territorii Ukrainy. In ed. V.B. Porfirev. Kiev: Nauk. dumka, 152 (In Russian).

11. Геология и нефтегазосность Днепровско-Донецкой впадины. Глубинные разломы и комбинированные нефтегазоносные ловушки / Гавриш В.К., Недошovenko А.И., Рябчун Л.И. и др., (1991). Отв. ред. В.К. Гавриш. АН УССР. Ин-т геол. наук. Киев: Наук. думка, 172.

Gavriush V.K., Nedoshovenko A.I., Ryabchun L.I. et al., (1991). Geologiya i neftegazonosnost Dneprovsko-Donetskoj vpadiny. Glubinnye razlomy i kombinirovannye neftegazonosnye lovushki. In ed. V.K. Gavriush. AN USSR. In-t geol. nauk. Kiev: Nauk. dumka, 172 (In Russian).

12. Макаров В.И., (1981). Линеаменты (проблемы и направления исследований с помощью аэрокосмических средств и методов). Исслед. Земли из космоса, 4, 109–115.

Makarov V.I., (1981). Lineamenty (problemy i napravleniya issledovaniy s pomoshchyu aerokosmicheskikh sredstv i metodov). Issled. Zemli iz kosmosa, 4, 109–115 (In Russian).

13. Слензак О.И., (1984). Локальные структуры зон напряжений докембрия. Киев: Наук. думка, 104.

Slenzak O.I., (1984). Lokalnye struktury zon napryazheniy dokembriya. Kiev: Nauk. dumka, 104 (In Russian).

14. Спутниковые методы поиска полезных ископаемых / Азимов А.Т., Апостолов А.А., Архипов А.И. и др., (2012). Под ред. В.И. Лялька и М.А. Попова. Киев: Карбон-Лтд, 436.

Azimov A.T., Apostolov A.A., Arkhipov A.I. et al., (2012). Sputnikovye metody poiska poleznykh iskopaemykh. In ed. V.I. Lyalko & M.A. Popova. Kiev: Karbon-Ltd, 436 (In Russian).

15. Тяпкин К.Ф., (1998). Фізика Землі. К.: Вища шк., 291.

Tyapkin K.F., (1998). Fizyka Zemli. K.: Vyscha shk., 291 (In Ukrainian).

16. Чебаненко И.И., (1963). Основные закономерности разломной тектоники земной коры и ее проблемы. Киев: Изд-во АН УССР, 155.

Chebanenko I.I., (1963). Osnovnye zakonomernosti razlomnoy tektoniki zemnoy kory i ee problemy. Kiev: Izd-vo AN USSR. Ser. geotektonyky, 12, 155 (In Russian).

17. Чебаненко И.И., (1977). Теоретические аспекты тектонической делимости земной коры (на примере Украины). Киев: Наук. думка, 84.

Chebanenko I.I., (1977). Teoreticheskie aspekty tektonicheskoy delimosti zemnoy kory (na primere Ukrainy). Kiev: Nauk. dumka, 84 (In Russian).

18. Carey S.W., (1982). Theories of the Earth and Universe: A history of dogma in the Earth Sciences. Stanford, 414.

Надійшла до редколегії 07.02.13

O. Azimov, Dr. Sci. (Geol.), Senior Sci., Lead. Sci.

E-mail: azimov@casre.kiev.ua

Scientific Centre for Aerospace Research of the Earth

Institute of Geological Science, NAS of Ukraine

55-B, Oles Honchar Str., Kyiv, MSP, 01601, Ukraine

METHODOLOGY OF RESEARCH INTO THE EARTH'S CRUST STRUCTURE VIA REMOTE SENSING TECHNOLOGIES

Five fundamentals to investigate Earth's crust structure using remote aerospace technologies are given conceptual and phenomenological consideration. The first principle refers to the paragenesis of the oppositely directed physical forces. These are, namely, the force of attraction, and the force of repulsion.

The second principle underlies the two groups of the geological driving forces (internal and external ones) that determine the appearance and the evolution of the lithospheric structure.

The third principle of applying remote sensing application for geological purposes is based on two types of deformations: plastic (quasiplastic) rock deformation and brittle (quasibrittle) deformation.

The fourth principle underpins dynamics of both permanent and interrupted energy-mass-exchange in the natural Earth's geosystems, which is a property of matter and its forms of motion.

The fifth principle states that specific modern landscapes and their anomalies (being geoindicators of interior structure of the geological substrate and energy-mass exchange) are differentiated by the spectral features of the reflected, absorbed, and emitted electromagnetic radiation in variable wave ranges. As a result, they are distinguished by these characteristics and may be imaged and identified via remote sensing data.

Keywords: methodology, the Earth's crust, geological dynamics, remote sensing of the Earth, landscape geoindicators.

A. Азимов, д-р геол. наук, ст. науч. сотрудник, вед. науч. сотрудник, azimov@casre.kiev.ua

Научный Центр аэрокосмических исследований Земли

Институт геологических наук НАН Украины

ул. Олесь Гончара, 55-б, г. Киев, ГСП, 01601, Украина

ОСНОВНЫЕ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ОСОБЕННОСТЕЙ СТРОЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ ДИСТАНЦИОННЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ

В статье с феноменологических позиций концептуально охарактеризованы пять основных (или фундаментальных) принципов, на которых базируется методология исследования особенностей строения земной коры на основе использования дистанционных аэрокосмических технологий. Главный (первый) принцип касается осознания процесса одновременного взаимодействия (парагенеза) физических сил противоположного направления. Это силы притяжения и отличные от них силы отталкивания.

Второй принцип заключается в определении двух групп геологических движущих сил (внутренних и внешних) в возникновении и развитии структур литосферы. Третий принцип применения материалов аэрокосмических съемок в геологических целях базируется на позициях существования в литосфере наряду с пластическими (квазипластическими) – хрупкими (квазихрупкими) деформаций горных пород. Четвертый принцип утверждает существование активных процессов перманентно-прерывного энергообмена в природных геосистемах планеты, как проявлений особенностей существования и форм движения материи.

Пятый принцип констатирует, что специфические современные ландшафты и свойственные им аномалии, будучи геоиндикаторами внутренней структуры геологического субстрата и связанных с ним энергообменных процессов, дифференцируются по спектральным характеристикам отраженного, рассеянного, поглощенного и эмитерного электромагнитного излучения в разных диапазонах волн. Как следствие, они распознаются по этим характеристикам, а также могут быть отраженными и распознанными на данных дистанционных аэрокосмических съемок.

Ключевые слова: методология, земная кора, геологические движущие силы, дистанционное зондирование Земли, ландшафтные геоиндикаторы.