



<https://doi.org/10.36023/ujrs.2023.10.2.241>

УДК 528.8+550.83:(551.243:553.98.04)](477)

Аерокосмогеологічні дослідження П'ятигорівської площі Дніпровсько-Донецької западини (уточнення структури, виявлення зон тектонічної активізації)

О. Т. Азімов

ДУ "Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України", вул. Олеся Гончара, 55-Б, Київ, 01054, Україна

На прикладі П'ятигорівської площі Дніпровсько-Донецької западини, для якої притаманний рівнинний рельєф земної поверхні, охарактеризовано технологію комп'ютеризованого оброблення та структурного дешифрування багатозональних даних дистанційного зондування Землі. Її застосування дало змогу чіткіше візуалізувати компоненти земного ландшафту території досліджень. Внаслідок чого стало можливим виявлення елементів слабо врізаної (малоамплітудної) ерозійної мережі, диференціювання ґрунтів за спектральними характеристиками тощо. На підставі спільного аналізу комплексу ландшафтних компонентів, інтерпретації матеріалів структурного дешифрування даних дистанційних знімків, урахувавши апріорні дані геолого-геофізичних робіт, уточнено елементи розломно-блокової будови площі досліджень, в її межах виявлено зони тектонічної активізації на сучасному етапі розвитку земної кори.

Ключові слова: Дніпровсько-Донецька западина, розломно-блокова структура, розривні порушення, неоднорідності осадової товщі, дані дистанційного зондування Землі, структурне дешифрування.

© О. Т. Азімов. 2023

Постановка завдання дослідження

Однією з **актуальних** проблем сьогочасної України є забезпечення енергоресурсами, зокрема, достатніми обсягами вуглеводневої сировини. У цьому контексті невпинне нарощування відповідної ресурсної бази за рахунок нових, перспективних на пошуки нафти та газу площ, є реальним шляхом її вирішення. Означене цілком стосується ділянок у межах території Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ) – основного нафтогазовидобувного регіону держави.

Однак відомо, що фонд традиційних пошукових об'єктів на території западини, представлених чітко вираженими антиклінальними структурами, практично вичерпаний. Тому більшу частину освоєння прогнозних ресурсів, що залишилися, слід пов'язувати з різними нетрадиційними напрямками пошуково-розвідувальних робіт. Серед них останніми роками вирізняються пошуки вуглеводнів (ВВ), що пов'язані з малоамплітудними підняттями і тектонічно-екранованими пастками.

Проте, стосовно однозначного виявлення, чіткого картування вказаних об'єктів традиційними методами сейсмозвідки є своєрідні проблеми, що зумовлено співрозмірністю амплітуд структурних форм та роздільною здатністю методів. Такі складнощі характерні в разі виконання

2D-сейсмозвідувальних робіт методом спільної глибинної точки (МСГТ) у зонах інтенсивного розвитку диз'юнктивних дислокацій, що створюють дрібноблокову будову таких територій.

На стадії дослідження території, що передусе деталізаційним сейсмозвідувальним роботам, економічно доцільно застосовувати технології дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) у пошуково-розвідувальному процесі локальних структур осадового чохла, характерними рисами яких є невеликі геометричні параметри, мала амплітуда у відображенні поведінки відбивних горизонтів, ускладненість слабковираженими у хвильовому полі розривними порушеннями тощо. Це обґрунтовується тим, що у розв'язанні цієї **загальної проблеми** впродовж років аерокосмогеологічні методи в поєднанні з технологіями географічних інформаційних систем (ГІС) зарекомендували себе як найкращі (Аэрокосмические..., 2000; Азімов, 2005, 2008, 2009; Багатоспектральні..., 2006; Лукін та ін., 2008; Товстюк та ін., 2009; Агрес, 2012; Спутниковые..., 2012; Нікулін, 2013; Лялько та ін., 2020; Барташук, 2021; Архіпов та ін., 2022; та ін.). Поряд з цим чимало науково-методологічних завдань стосовно розроблення і вдосконалення процесу геологічної інтерпретації комплексу даних, що отримані дистанційними і традиційними геолого-геофізичними методами досліджень на основі сучасних комп'ютерних систем обробки даних, залишаються **не вирішеними**. А вже з року в рік з'являється можливість доступу до матеріалів дистанційного

E-mail: azimov@casre.kiev.ua

ORCID ID 0000-0002-5210-3920

знімання новітніми системами, розвиваються нові підходи, алгоритми та програмне забезпечення з оброблення великих масивів цифрових даних геологічних спостережень, і передусім, вимірів геофізичних полів тощо.

Отже, метою статті є висвітлення результатів використання даних ДЗЗ по території П'ятигорівської площі ДДЗ задля уточнення її розломно-блокової будови і виявлення в її межах зон тектонічної активізації на сучасному етапі розвитку земної кори (Азімов та ін., 2021, 2022). У ході виконання цієї роботи були залучені апіорні матеріали геолого-геофізичних робіт. Отримані результати з уточнення структурної будови площі надалі потрібно враховувати фахівцям також для оцінювання флюїдогеопроникності як відомих, так і прогнозованих нами розривних деформацій, інших неоднорідностей в осадовій товщі, під час планування майбутніх деталізаційних досліджень іншими методами в цьому районі.

Район дослідження

Стосовно адміністративного устрою України П'ятигорівська площа розміщена на території Прилуцького району Чернігівської області, приблизно за 5 км на захід від м. Прилуки. Її площа становить приблизно 10 км².

Щодо геоморфологічних особливостей, відповідно до (Національний..., 2007), для площі досліджень характерний тип рельєфу флювіальної пластово-аккумулятивної рівнини області помірних та відносно слабких піднять в межах четвертої надзаплавної тераси (Р_{IV}). З ґрунтів тут поширені чорноземи типові малогумусні та слабогумусні на лісових породах, а також осолоділі ґрунти (лучно-чорноземні та дернові осолоділі глейові ґрунти й солоді) (Національний..., 2007).

Згідно із загальноприйнятими тектонічними побудовами (Атлас..., 1984; Стовба и др., 1993; Дворянин, 1996) П'ятигорівська площа розташована в межах південної крайової зони ДДЗ, а щодо поперечної її ділимості (відповідно до Геологія..., 1989) – у межах Центрального (Удайсько-Сулського) сегмента. При цьому в межах південної прибортової частини западини лежить північна частина площі, а південна її частина – у межах південного борту. Тут, на борту, глибини залягання поверхні докембрійського фундаменту (Р_Є) сягають позначок –2,6–2,7 км, а у прибортовій зоні, у межах Дніпровського грабена – близько –5,6 км (Стовба и др., 1993). Таким чином, у цьому районі південне крайове порушення має значну амплітуду по фундаменту. Простягання його – північно-західне.

У регіональному плані П'ятигорівська площа прилягає до Монастирищенсько-Софіївського нафтогазоносного району Дніпровсько-Донецької нафтогазоносної області (Атлас..., т. I, 1998). Поряд з площею досліджень, у грабені, відділеному від неї Малодівицьким прогином, вже довгий час експлуатуються Малодівицьке та Прилуцьке нафтові родовища. Промислові скупчення ВВ у них зафіксовані, зокрема, у башкирських (С_{2b}),

серпухівських (С_{1s}) та візейських (С_{1v}) відкладах кам'яновугільної системи (С).

На площі досліджень останніми з проведених сейсмозвдувальних робіт МСГТ (Стадниченко та ін., 1992) в осадковому чохлаі по відбивних горизонтах VI₂ (D₃⁴) і VВ₃ (С_{1v1}) закартоване П'ятигорівське брахіантиклінальне підняття, що має з'єднане з крайовим розломом північно-західне простягання (Рис. 1, 2). По цих горизонтах відбиття крайове порушення на площі добре фіксується між пікетами 50.00 та 55.00 профілю 12₂₄₅ 88. Відповідно до картографічних побудов розміри підняття незначні: по горизонту VВ₃, який простежується як у межах грабена, так і на борту западини, – приблизно 2,0×3,3 км, а по горизонту VI₂, що простежується лише у грабені через відсутність відкладів девону на борту загалом, – близько 1,7×3,1 км (Рис. 2).

Найприпіднятіша, апікальна частина брахіантикліналі чіткіше вимальовується по відбивному горизонту VВ₃ замкненою ізогіпсою –2925 м. На перетині профілів 41₂₄₅ 88 і 12₂₄₅ 88, саме в цьому місці (див. Рис. 2 б) геофізики, на підставі власних міркувань, свого часу рекомендували буріння глибокої свердловини, метою якої було б подальше оцінювання перспектив нафтогазоносності розповсюджених на площі середньо- (С₂) та нижньокам'яновугільних (С₁) відкладів (Стадниченко та ін., 1992). Проте її досі не пробурено. Отож, вуглеводневий потенціал П'ятигорівської площі наразі визначається лише опосередковано і дуже неоднозначно.

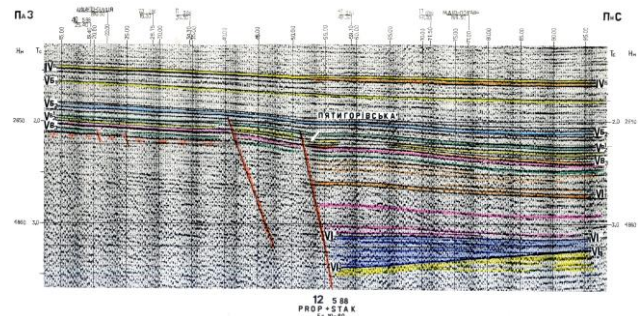


Рис. 1. П'ятигорівська площа ДДЗ. Фрагмент сеймостратиграфічного розрізу вздовж профілю МСГТ 12₂₄₅ 88 (Стадниченко та ін., 1992)

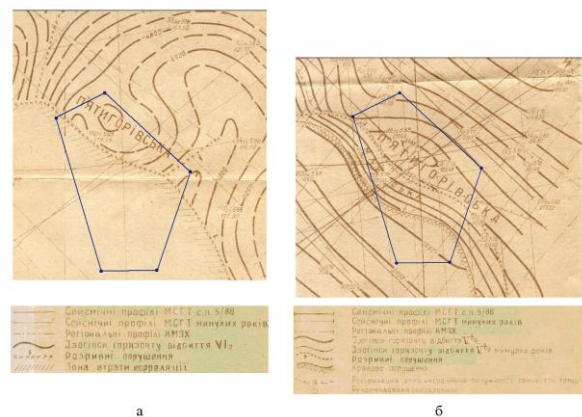


Рис. 2. П'ятигорівська площа ДДЗ. Фрагменти структурних карт по горизонталі відбиття VI₂ (а) та VВ₃ (б); склав М. М. Воскобайник (Стадниченко та ін., 1992)

Щодо детальних аерокосмогеологічних досліджень, то в попередні роки вони були проведені лише на незначній частині П'ятигорівської площі, крім того, досить давно, у 1985 р. (Тарангул и др., 1986, 1992). Під час цих досліджень здебільшого залучалися матеріали аерофотознімання: інтегральні (у видимому спектрі електромагнітних хвиль – ЕМХ) відбитки контактного друку та створені на їх основі фотосхеми, трансформовані до робочого масштабу 1:50 000. Отож, стосовно диз'юнктивної структури площі детальних результатів отримано не було. Це черговий раз вирізняє частину загальної проблеми, яка раніше не була розв'язана в межах району, що розглядається.

Матеріали, методи і технологія дослідження

З метою коригування трас диз'юнктивних деформацій по території П'ятигорівської площі ДДЗ, уточнення її розломно-блокової структури, виявлення в її межах тектонічно активних зон, що проявляються на сучасному етапі еволюції літосфери, у процесі досліджень **основним методом дешифрування даних ДЗЗ застосовано структурне дешифрування**. При цьому використано сучасне комп'ютерне програмне забезпечення. Для просторового порівняння, поєднання, збігу, інтеграції та інтерпретації результатів дешифрування з наявною геолого-геофізичною інформацією використано **технології ГІС**, зокрема, спеціалізований пакет MapInfo Professional. Саме в його середовищі до географічних координат попередньо було прив'язано апріорні матеріали геолого-геофізичних робіт. За базову було прийнято систему координат UTM/WGS 84. Також цей пакет використовує надкористувач, що може врахувати результати дешифрування даних ДЗЗ та їх геологічної інтерпретації у подальшому освоєнні П'ятигорівської площі.

У процесі геологічної інтерпретації враховано матеріали сейсмозвідувальних робіт МСГТ, що охарактеризовані вище. Серед сканерних матеріалів космічних знімків, зважаючи на незначні геометричні параметри площі досліджень, у роботі було застосовано такі. Насамперед це мультиспектральний космічний знімок ASTER, зроблений з апарата Terra 17.04.2004 р. Знімок налічує 15 зональних зображень, 4 з яких з просторовим розрізненням 15 м/піксел виконані у видимому (зелений, червоний канали) та ближньому інфрачервоному (ІЧ-) діапазоні спектра ЕМХ, 6 – у середньому ІЧ-діапазоні з просторовим розрізненням 30 м/піксел, 5 – у дальньому ІЧ- (тепловому) діапазоні спектра з просторовим розрізненням 90 м/піксел.

Матеріали багатоспектрального знімка ASTER дають змогу розрізнити типи груп рослинного покриву, а в разі його відсутності, що зазвичай характерно для весняного або пізнього осіннього періодів року, – диференціювати ґрунти за їхніми спектральними відбивними характеристиками (Рис. 3, 4). Відомо (Розанов, 1982; Аэрокосмические..., 1988; Азімов, 2007а, б, 2008; Лукін та ін., 2008; та

ін.), що на характер просторового розподілу і специфіку розвитку ґрунтів і різних типів природної рослинності значною мірою впливають внутрішня структура земної кори і різноманітні геодинамічні процеси. Важливе значення має використання ґрунтово-геоботанічних індикаторів у тих районах, де тектонічні рухи ще мало відобразилися в рельєфі та в районах з малою його контрастністю, до одного з яких належить і досліджувана П'ятигорівська площа. Отож, виходячи з цих міркувань, нами як базовий застосований мультиспектральний космічний знімок ASTER, отриманий навесні 2004 р. Він відображає умови відсутності або незначного вегетаційного розвитку рослинності, яка не завуальовує відмінності ґрунтового покриву та елементи мікрорельєфу земної поверхні (рис. 4). В умовах слабо розчленованого рельєфу, що характерний для площі досліджень, саме такі особливості компонентів ландшафту є геоіндикаторами її геологічної будови.

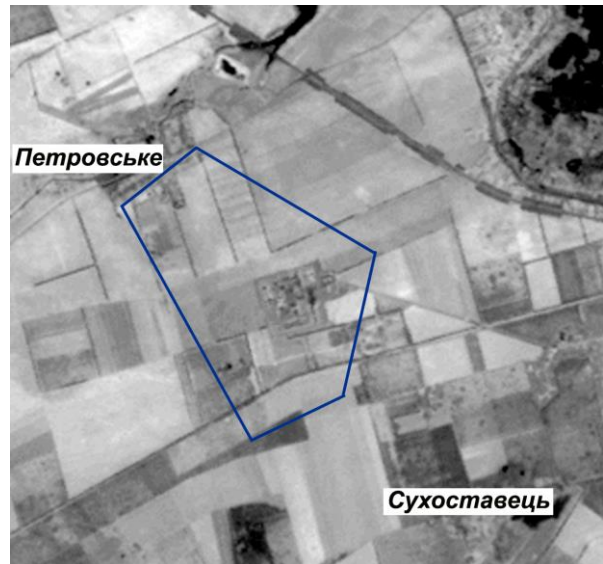


Рис. 3. П'ятигорівська площа (контур показано синім кольором) та прилеглі ділянки ДДЗ. Фрагмент комп'ютерно перетвореного космічного знімка ASTER, отриманого 17.04.2004 р. (1-й, зелений [0,52–0,60 мкм], канал). Розрізняються геоіндикатори, пов'язані з формами рельєфу

Задля відображення особливостей рельєфу поверхні Землі у цифровому форматі, простеження гідрографічної та ерозійної мереж у межах П'ятигорівської та прилеглих до неї площ було залучено принципово відмінні від багатозональних за фізичними методами одержання радарні матеріали SRTM-зображень, що отримані із супутника Shuttle за допомогою активних систем знімання у С-діапазоні радіохвиль (5,7–6,1 см). Характерною особливістю SRTM-зображень є їхня “скульптурність”, яка зумовлена специфікою відбиття радіохвиль земною поверхнею, оскільки вплив рослинності на це відбиття ослаблений. Фактор нівелювання впливу рослинного покриву визначає значно знижену строкатість радіолокаційних зображень порівняно із зображеннями видимого та ІЧ-діапазонів спектра ЕМХ, а також відносно їхню генералізацію. За тоновим ефектом таких зображень можна приблизно

оцінити глибину ерозійного візру (Рис. 5). Крім того, на радарних зображеннях зазвичай досить добре проглядається мікрорельєф.



Рис. 4. П'ятигорівська площа (контур показано синім кольором) та прилеглі ділянки ДДЗ. Фрагмент синтезованого багатозонального космічного знімка ASTER від 17.04.2004 р. (синтез каналів – 123: 1-й, зелений [0,52–0,60 мкм], 2-й, червоний [0,63–0,69 мкм], 3-й, ближній ІЧ- [0,78–0,86 мкм]; псевдокольори). Простежуються різні типи ґрунтового і рослинного покривів, підкреслюються гідрографічна мережа і заболочені ділянки, виявляється ерозійна мережа

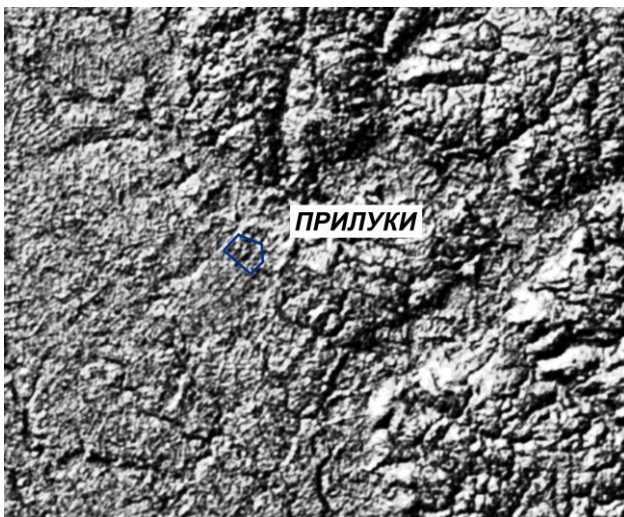


Рис. 5. П'ятигорівська площа (контур показано синім кольором) та прилегла територія ДДЗ. Фрагмент комп'ютерно обробленого SRTM-зображення. Розпізнаються гідрографічна та ерозійна мережі

Дані про рельєф денної поверхні враховано з огляду на імовірні феноменологічні моделі взаємовідношення глибокозалеглих структурних форм (особливо тих, які контрастно проявляються за структурно-речовинними неоднорідностями і деформаціями на їхніх межах) з їх поверхневим відображенням. Ці моделі передбачають (Аэрокосмические..., 2000; Азімов, 2007а, 2008, 2014а; Лукін та ін., 2008; Спутниковые..., 2012;

Нікулін, 2013; та ін.), що рухливість зазначених структур на неотектонічному етапі тектогенезу призводить до деформацій сучасної земної поверхні, які проявляються не тільки прямими (очевидними) формами, а й ореолом різноманітних вторинних форм та інших особливостей. Характер цих деформацій, їхнє просторове окреслення визначають зону, в межах якої відбуваються ті чи інші процеси перетворення, а форма зони у плані дає змогу розрізнити тип геологічного похованих об'єктів.

Таким чином, зазначені вище дані ДЗЗ становлять фактографічний компонент з комплексу матеріалів досліджень та їхніх результатів.

Технологія дослідження передбачала поетапне виконання таких блоків робіт: обробка даних ДЗЗ за допомогою відповідного програмного забезпечення; структурне дешифрування таким чином підготовлених даних ДЗЗ; комплексна геологічна інтерпретація результатів дешифрування спільно з апріорним матеріалом геолого-геофізичних робіт, що наявний на території, яка вивчається (Азімов, 2008, 2014б; Лукін та ін., 2008).

Космічні знімки передусім було комп'ютерно оброблено засобами відповідних спеціалізованих пакетів програм (ERDAS Imagine, ENVI). На першому етапі було здійснено їх нормалізацію, тобто трансформацію в картографічну проекцію і прийняту в роботі топографо-геодезичну систему координат UTM/WGS 84.

Для виявлення геологічних та інших природних об'єктів, що важко дешифруються, і виділення структурних елементів на другому етапі комп'ютерних перетворень даних ДЗЗ зазвичай проводяться цілеспрямовані формалізовані перетворення (трансформації) зображень окремих спектральних зон багатоспектральних знімків або їхніх сум (RGB), результатом яких є покращення якості зображень (Аэрокосмические..., 2000; Багатоспектральні..., 2006; Азімов, 2008, 2014б; Товстюк та ін., 2009; Мичак та ін., 2010; Спутниковые..., 2012; Нікулін, 2013; Сучасні..., 2017; Лялько та ін., 2020; та ін.). Нами виконано процедури контрастування, різноманітні фільтрації, синтезування даних ДЗЗ. Так, синтезування за зональними просторово суміщеними зображеннями мало на меті отримання складених псевдоколіорових зображень, що дають додатковий приріст інформації про особливості компонентів ландшафту земної поверхні району робіт (Рис. 4) і, ймовірно, про особливості будови геологічного субстрату, які вони індицирують.

Враховуючи той факт, що територія досліджень загалом характеризується вкрай слабо диференційованим рельєфом, нами з метою кращої візуалізації незначних перепадів у морфології його поверхні засобами програмного забезпечення ENVI за даними космічного знімання ASTER_GDEM-2009 здійснено процедуру збільшення величин градієнтів перепадів висот точок на місцевості приблизно у 20 разів (тобто по осі Z у Декартовій системі координат) (функція ENVI Vertical Exaggeration) без зміни геометричних параметрів відстаней між ними (тобто по осях X, Y). Цю процедуру виконано з текстурним

відображенням як зональних, так і синтезованих на їхній основі зображень космічного знімка ASTER від 17.04.2004 р. Таким чином, отримано відповідні псевдотривимірні зображення (Рис. 6).

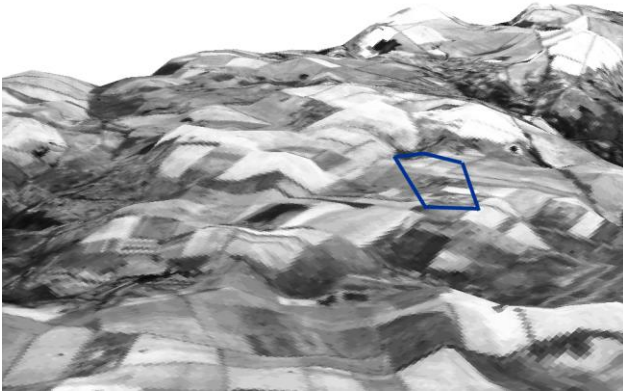


Рис. 6. П'ятигорівська площа (контур показано синім кольором) та прилеглі ділянки ДДЗ.

Фрагмент комп'ютерно перетвореного за даними ASTER_GDEM-2009 космічного знімка ASTER із супутника Terra від 17.04.2004 р. (1-й, зелений [0,52–0,60 мкм], канал); псевдо-3D-зображення. Вирізняються перепади у загалом рівнинному (пласкому) рельєфі земної поверхні

Структурне дешифрування виконується з метою виявлення на даних ДЗЗ структурно-тектонічних елементів (різнопорядкових розломів, розривів і блоків земної кори, локальних піднять, прогинів і речовинних неоднорідностей осадової товщі тощо) за структурно-індицирувальними показниками їхніх дистанційних образів. Тобто передбачає обов'язковість комплексу понять, знань і даних про предмет (ландшафт) та об'єкти (структури) досліджень, специфічні особливості їхнього обрису, генезису, взаємозв'язків і розвитку, а також сучасних уявлень про механізми і характер прояву в ландшафті глибокозанурених утворень земних надр, об'єктивний аналіз їх пошукових показників і виявлення на цій основі конкретних структурних форм (Аэрокосмические..., 2000; Багатоспектральні..., 2006; Азімов, 2007а,б, 2008, 2014а; Лукін та ін., 2008; Товстюк та ін., 2009; Мичак та ін., 2010; Спутниковые..., 2012; Нікулін, 2013; Лялько та ін., 2020; та ін.).

Структурний метод дешифрування є універсальним для вирішення завдань структурно-тектонічного характеру в межах геологічно похованих територій, до яких належить і П'ятигорівська площа ДДЗ. Здебільшого при його використанні на даних ДЗЗ виділяються лінійні та кільцеві утворення, що належать до об'єктів двох просторових класів відповідно. Таким чином, цей метод спирається на образно-аналогову основу, контурну фіксацію структурних форм земної кори і контрасти дистанційного зображення, які зумовлені природними чинниками (Аэрокосмические..., 1988; Азімов, 2007б; та ін.).

По території П'ятигорівської площі й прилеглих ділянок ДДЗ структурне дешифрування реалізовано нами за допомогою сучасних високоефективних

спеціалізованих програмних продуктів ERDAS Imagine та MapInfo Professional. Відповідно до розробленої технології (Азімов, 2008) процес комп'ютерного структурного дешифрування заздалегідь трансформованих у картографічну проєкцію та геодезичну систему координат UTM/WGS 84, координатно прив'язаних і геометрично скоригованих даних ДЗЗ здійснювався нами у такий спосіб, що кожний лінеамент і дуготип, являючи собою відрізок (або вектор з координатами початку і кінця) чи дугу у векторному форматі, автоматично прив'язувався до відповідної системи координат. Як наслідок, кожна з груп лінеаментів, а також дуготипи, що виділені за різноманітними даними ДЗЗ, загалом становили окремі (автономні) векторизовані шари: файли з розширенням *.shp (shape) у разі застосування пакетів програм ERDAS Imagine або ArcView/ArcInfo (Рис. 7, 8), файли з розширенням *.tab у разі використання MapInfo Professional (Рис. 9).

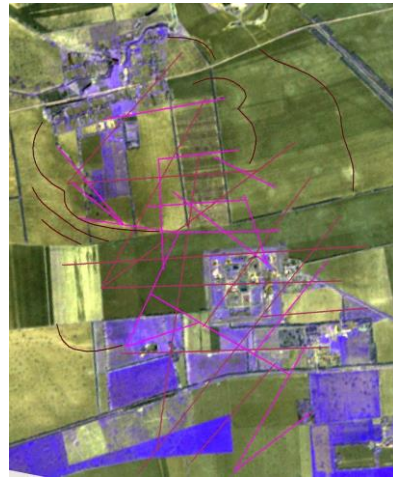


Рис. 7. П'ятигорівська площа ДДЗ.

Результати структурного дешифрування багатозональних космічних знімків: лінеаменти, що виділені на матеріалах знімання SRTM (бордовий колір), ASTER (малиновий колір); дуготипи (темно-коричневий колір)

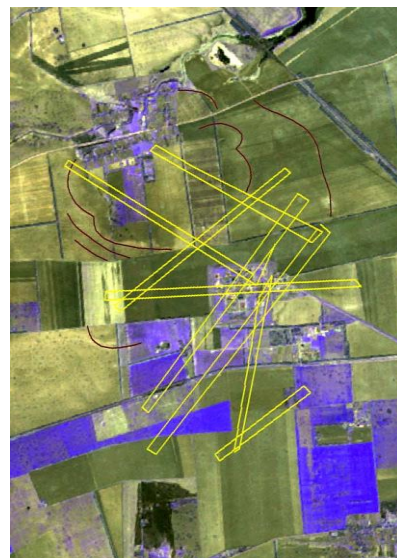


Рис. 8. П'ятигорівська площа ДДЗ.

Результати структурного дешифрування багатозональних космічних знімків: зони лінеаментів (жовтий колір), дуготипи (темно-коричневий колір)

Наступний етап – узагальнення результатів дешифрування всіх даних ДЗЗ, що були підібрані по території досліджень, та отримання суміщених векторизованих шарів окремо по лінеаментах і по дуготипах. Вони являли собою основу, на підставі якої склалися зведені електронні пошарові картосхеми лінеаментного поля (Рис. 9) і дуготипів району робіт.

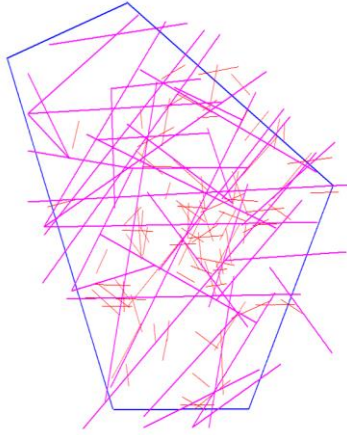


Рис. 9. П'ятигорівська площа ДДЗ.

Зведена картосхема лінеаментного поля за результатами структурного дешифрування матеріалів багатозонального космічного знімання та ландшафтних і топогеодезичних даних: лінеаменти відносно нижчого рангу (малиновий колір), елементарні лінеаменти відносно вищого рангу (червоний колір)

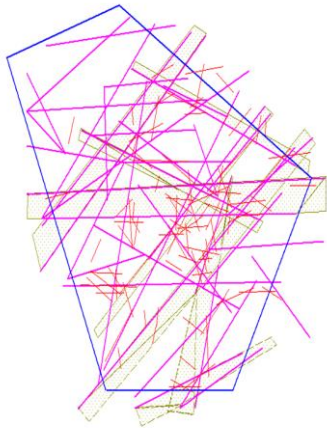


Рис. 10. П'ятигорівська площа ДДЗ.

Картосхема просторового зіставлення зведеного поля лінеаментів різного масштабного рівня (див. Рис. 9) з утвореними ними лінеаментними зонами (гірчичний колір)

Наступним етапом було суміщення всіх векторизованих шарів по наявних групах лінеаментів і дуготипів у єдиний векторизований шар, який був базовим для складання зведеної електронної картосхеми для всіх груп лінеаментів і дуготипів у векторному форматі для території, що вивчається.

Надалі виконувалася проблемно орієнтована інтерпретація результатів структурного дешифрування з урахуванням наявної геолого-геофізичної інформації щодо території досліджень.

Вирішення завдання

З наведених результатів структурного дешифрування даних ДЗЗ добре видно, що зведена схема лінеаментного поля в межах П'ятигорівської площі відрізняється значною насиченістю у показі лінеаментів різного простягання, кількість яких є значною, хоча вони й нерівномірно поширюються по території дослідження (Рис. 9). Як наслідок, безпосередня ідентифікація за ними розривних порушень, зон напружено-деформаційного стану, ступеня розкритості порід ускладнена. Для адекватного вирішення цього завдання систематизовано результати структурного дешифрування. Передусім, безпосередньо аналізуючи загальну структуру лінеаментного поля, на перший погляд, по-різному орієнтовані, роз'єднані лінійні об'єкти вдалося згрупувати в лінеаменти та їхні зони (Рис. 10, 11). Лінійні структури об'єднані нами в закономірно розташовані системи певних напрямків, головними з яких є діагональні. При цьому переважають об'єкти північно-східного простягання. Зони північно-західного орієнтування менш поширені по площі, простежуються фрагментарно, перериваються в місцях перетину із лінеаментами, що мають північно-східний і субширотний напрямки.

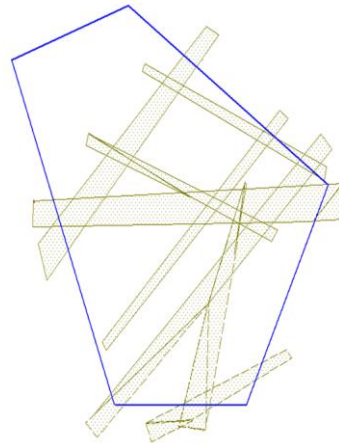


Рис. 11. П'ятигорівська площа ДДЗ.

Картосхема зон лінеаментів, виділених за результатами дешифрування даних ДЗЗ

Належні до ортогональної системи субширотні лінійні структури найбільш розвинені в центральній частині П'ятигорівської площі, дешифруються також у північній її частині й не відображаються на даних ДЗЗ на півдні (Рис. 7, 9, 10). Із субмеридіональних, крім декількох дрібних лінійних структур, виділено лише один об'єкт цього простягання локального масштабного рівня, що чітко простежується західніше триангуляційного пункту на висоті 130,2 м над рівнем моря.

При зарахуванні лінеаментів до об'єктів диз'юнктивного походження враховувалися основні закономірності у прояві розривних порушень. Останні звично відбиваються у вигляді смуг підвищеної щільності дрібніших оперуючих розривів і тріщин, які, простягаючись вздовж ліній основних диз'юнктивів, часто кулісоподібно зчленовуються.

Отже, такий підхід дав нам змогу уточнити планову конфігурацію областей аномального геодинамічного впливу імовірних тектонічних розривів, які активізовані на новітньому і сучасному етапах розвитку земної кори. Це особливо важливо для уточнення сучасної геодинамічної обстановки території досліджень у процесі вирішення завдання пошуку покладів ВВ. При цьому встановлено, що об'єкти діагональної системи здебільшого характеризуються кучністю ознак, які тяжіють до однієї, досить вузької лінії, а субширотні відрізняються проявами індикаційних аномалій, що зосереджені у відносно широкій смузі. Передбачувані зони неоднорідності геологічного розрізу високих порядків намічалися лише за одним–двома геоіндикаторами, що ускладнювало їх впевнене виявлення. Надійну ж основу діагностики лінеаметнів та їхніх зон як диз'юнктивних структур гарантує лише комплекс різних критеріїв.

Порівняння на основі застосування геоінформаційних систем результатів структурного дешифрування космознімків з апіорними даними геолого-геофізичних досліджень (передусім сейсморозвідувальних МСГТ) дає змогу зробити попередню геологічну інтерпретацію об'єктів двох просторових класів, що виділені на матеріалах ДЗЗ. Насамперед зупинимось на аналізі розривних порушень. Зокрема, хвилястоподібна диз'юнктивна структура загалом північно-західного напрямку, за даними сейсморозвідки, по горизонту відбиття V_{v3} (C_1V_1) має північно-східне падіння площини скидача та амплітуду здебільшого порядку 50 м (у центральній частині П'ятигорівської площі – до 70 м). Цей розрив відокремлює П'ятигорівське склепіння від розташованої південно-західніше Майської складки. По горизонту VI_2 (D_3^4) він являє собою тектонічне порушення із зоною втрати кореляції цього відбиття, південно-західніше якої девонські відклади чітко не простежуються. У ландшафті земної поверхні охарактеризована розривна структура проявляється серією лінеаметнів того ж простягання, які становлять відповідну зону (Рис. 9, 10). Трасування цього диз'юнктивного об'єкта по відбивних горизонтах V_{v3} і VI_2 не збігається у плані: по першому з них воно закартовано південно-західніше відносно другого, тим самим визначаючи північно-східне падіння площини його скидання. Це наочно демонструє часовий розріз профілю МСГТ 12₂₄₅ 88 (Рис. 1).

Крайове порушення Дніпровського грабена, що по відбивному горизонту V_{v3} конформно до описаного вище трасується південно-західніше від нього з падінням площини скидача на північний схід і характеризується амплітудою, яка з північного заходу на південний схід у межах П'ятигорівської площі зростає від 125 до 175 м, індицирується рядом ознак. За цими ознаками, виявленими лише на космічному знімку ASTER і лише в рамках центрального відрізка диз'юнктиву на площі досліджень, виділено відповідну лінеаметну зону (Рис. 7, 9, 10).

За даними МСГТ, єдине в межах ділянки робіт розривне порушення північно-східного простягання

закартовано лише по горизонту відбиття VI_2 у східній частині П'ятигорівської площі. По цьому горизонту в утвореннях пізньодевонського часу воно має амплітуду приблизно 100 м. Практично на всіх використаних у дослідженнях даних ДЗЗ просторово йому відповідає серія лінеаметнів, що становлять відповідну зону (Рис. 7–11).

Звертає на себе увагу наявність на території П'ятигорівської площі кількох вузлів перетину лінеаметвних зон. Найбільш виразний з них утворений площовим накладанням двох зон північно-східного простягання, що належать до різних азимутальних систем, однієї порівняно ширшої субширотної зони та однієї лінеаметвної зони північно-західного орієнтування (Рис. 8–11). У районі перетину профілів МСГТ 21₁₂^м5 76 і 7₁₂^м5 76 цей вузол просторово відповідає далекій південно-східній перикліналі П'ятигорівського склепіння по горизонту відбиття V_{v3} .

Інший лінеаметвний вузол прилягає до лінії крайового порушення по відбивному горизонту V_{v3} . Він зафіксований дещо північно-східніше перетину профілів МСГТ 11₂₄₅ 88 та 12₂₄₅ 88.

Таким чином, лінеаметвні зони є відображеннями неотектонічно активних, просторово успадкованих у своєму розвитку відомих за матеріалами сейсморозвідувальних робіт МСГТ розривних порушень та тих, що передбачаються нами за результатами дешифрування даних ДЗЗ. Вони індицирують також зони напружено-деформаційного стану утворень геологічного субстрату. Загалом зони лінеаметнів відображають розломно-блоковий каркас докембрійської основи та осадового чохла території, що вивчається.

Разом з тим, низка виявлених на даних ДЗЗ лінійних структур істотної довжини, а також утворених і насичених окремими прямолінійними об'єктами лінеаметвних зон не знаходить відповідників на структурно-тектонічних картах, що побудовані фахівцями-геологами у попередні роки. Передовсім це стосується зон і окремих лінеаметнів північно-східного і субширотного, меншою мірою субмеридіонального простягання, а також декількох структур відносно проміжної орієнтації (Рис. 7–11). У такому разі у сукупності вони інтерпретуються як лінійні зони підвищеної тріщинуватості та геодинамічного напруження гірських порід без істотних просторових зміщень (або амплітуди таких зміщень дуже незначні, насамперед вертикальні), що активізовані на новітньому і сучасному етапах тектогенезу. І це стає зрозуміло, якщо проаналізувати фактичний матеріал сейсморозвідки МСГТ по території досліджень. Ці роботи проведено в модифікації 2D з досить рідкою мережею сейсмопрофільів, за якими кратність простеження цільових відбитих хвиль становила у кращому разі лише 24, а то і взагалі 12. При цьому часто на власне П'ятигорівській площі профілі мали свій початок або ж закінчення, що зумовило нижчу кратність отриманих даних по точках МСГТ, ніж це передбачалося проєктом. Не викликає сумнівів низька інформативність зазначеного матеріалу сейсморозвідувальних робіт для використання його

на етапі деталізаційних досліджень нафтогазо-пошукового спрямування.

Дугоподібні об'єкти належні до другого класу просторових об'єктів, що виділені нами на площі досліджень за даними ДЗЗ. Загалом вони підкреслюють деталі своєрідної кільцевої структури, центр якої на земній поверхні розташований між с. Петровське, складами військової частини та залізничною платформою Звіздилівка і практично у плані збігається з відносним перевищенням у рельєфі північніше триангуляційного пункту з відміткою 130,2 м над рівнем моря (Рис. 7, 8). Якщо порівняти місцеположення кільцевої структури з особливостями плікативної тектоніки за результатами МСГТ, то найкраще вона відповідає присклепінній частині П'ятигорівського підняття у верхньодевонських відкладах, що окреслюється ізогіпсами відбивного горизонту VI₂ –4800...–4850 м (Рис. 2а).

Висновки та перспективи робіт

Отже, за результатами структурного дешифрування багатозональних даних ДЗЗ уточнено елементи розломно-блокової структури площі досліджень, в її межах виявлено тектонічно активні зони, що проявляються в компонентах ландшафту земної поверхні, тобто на сучасному етапі розвитку літосфери. Врахування отриманих результатів фахівцями з пошукової геології в подальшому дасть змогу створити уточнену модель розломно-блокової будови як П'ятигорівської, так і прилеглих до неї площ ДДЗ. Комплексна їх інтерпретація з даними “легких” геофізичних та подібних до них досліджень дасть змогу оцінити відносну флюїдогеопроникність відомих і прогнозних структур диз'юнктивного генезису, малоамплітудних зон підвищеної тріщинуватості, зон напружено-деформаційного і нестабільного геодинамічного стану порід земної кори.

На наступному етапі деталізаційних досліджень, орієнтованих на пошуки, прогнозну оцінку перспектив нафтогазоносності невеликих за своїми геометричними параметрами локальних структур і площ, зокрема П'ятигорівської, необхідно використовувати дані багатоспектрального дистанційного знімання високої просторової, спектрометричної та радіометричної розрізненості (типу космічних знімків класу QuickBird, WorldView-2 та ін., а також дані знімання з безпілотних літальних апаратів). При цьому, використовуючи результати пропонованого структурно-геодинамічного методологічного підходу дешифрування даних ДЗЗ (Азімов, 2008; Лукін та ін., 2008), можна отримати уявлення про кінематичні особливості розривних порушень, характер і напрямки пов'язаних з ними неотектонічних рухів і напруг. Це важливо для якісного оцінювання ступеня тріщинної проникності гірських утворень.

З урахуванням того, що нафтидогенний процес характеризується впливом ВВ на мінеральні компоненти ґрунтів і гірських порід у приповерхневих горизонтах, а отже, і на

коренеоточувальний шар ґрунтового покриву, і власне на рослинність, особливості розвитку ґрунтів і рослинності, як компонентів ландшафту, над нафтогазовими покладами і в межах фону відображаються в їхніх відмінних оптичних характеристиках. Це фіксується методами спектрофотометрування, статистичним аналізом отриманих на підставі відповідних вимірювань фіто-літоіндикаційних параметрів, комплекс яких рекомендується застосовувати в подальших роботах.

Представлення апріорних геолого-геофізичних та дистанційно отриманих даних у вигляді гіперкуба уможливить у майбутньому коректне просторове їх порівняння, кореляцію, поєднання (інтеграцію) засобами комп'ютерної техніки і відповідних програмних продуктів. Більш того, це дасть змогу оптимізувати процес комплексного аналізу даних різної фізичної природи, проводити його більш поглиблено, і як наслідок – однозначніше геологічно проблемно орієнтовано інтерпретувати увесь наявний матеріал щодо території досліджень.

Викладені результати отримані під час виконання науково-дослідної роботи “Розробка методики прогнозу нафтогазоносності на основі вивчення геофлюїднодинамічних процесів у розломних зонах з використанням матеріалів супутникових зйомок і геолого-геофізичної інформації (на прикладі бортових зон Дніпровсько-Донецької западини)” (Лялько та ін., 2020) у рамках програмно-цільової та конкурсної тематики НАН України.

Література

- Агрес, Н. П. (2012). ГІС-технологія комплексування структурно-геоморфологічних досліджень і даних дистанційного зондування Землі для прогнозування нових об'єктів пошуку вуглеводнів. *Геоінформатика*, 3 (43), 26–32. http://nbuv.gov.ua/UJRN/geoinf_2012_3_6
- Азімов, О. Т. (2005). Пошуки резервуарів вуглеводнів у глибокостанурених горизонтах Срібнянської депресії Дніпровсько-Донецької западини аерокосмічними методами. *Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу*, 3 (12), 5–14. <http://elar.nung.edu.ua/handle/123456789/1145>.
- Азімов, О. Т. (2007а). Аналітичний огляд аерокосмічних методів вивчення геологічних структур і процесів. Ст. 2. Теоретичні основи виявлення особливостей будови земної кори за матеріалами дистанційних зйомок. *Зб. наук. пр. УкрДГРІ*, 2, 250–260.
- Азімов, О. Т. (2007б). Аналітичний огляд аерокосмічних методів вивчення геологічних структур і процесів. Ст. 3. Характеристика напрямів тематичного дешифрування матеріалів дистанційних зйомок. *Зб. наук. пр. УкрДГРІ*, 3, 124–136.
- Азімов, О. Т. (2008). *Дослідження диз'юнктивних дислокацій земної кори аерокосмічними методами (на прикладі регіонів України)* (Автореф. дис. д-ра геол. наук). ІГН НАН України, Київ. http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis64r_81/cgiirbis_64.exe.
- Азімов, О. Т. (2009). Оперативне прогнозування нафтогазових пасток неантиклінального та комбінованого типів за результатами аерокосмогеологічних досліджень. *Зб. наук. пр. ІГН НАН України*, 2, 13–19.
- Азімов, О. (2014а). Основні методологічні принципи дослідження особливостей будови земної кори дистанційними технологіями. *Вісник Київського нац. ун-ту ім. Тараса Шевченка. Геологія*, 1(64), 73–77.

- http://www.library.univ.kiev.ua/ukr/host/10.23.10.100/db/ftp/visnyk/geolog_64_2014.pdf.
- Азімов, О. Т. (2014б). Технологічна модульна схема оброблення – дешифрування – геологічної інтерпретації матеріалів аерокосмічних знімів. *Геоінформатика*, 2(50), 43–55. http://nbuv.gov.ua/UJRN/geoinf_2014_2_6.
- Азімов, О., Багрій, І., Дубосарський, В. (2022). Прогнозування покладів вуглеводнів з використанням комплексу атмогеохімічних і дистанційних методів. *Вісн. Київ. нац. ун-ту ім. Тараса Шевченка. Геологія*, 3 (98), 104–109. <http://doi.org/10.17721/1728-2713.98.13>.
- Азімов, О. Т., Багрій, І. Д., Дубосарський, В. Р., Чижиковський, В. С. (2021). *Перспективи нафтогазоносності П'ятигорівської площі Дніпровсько-Донецької западини за даними комплексу атмогеохімічних і дистанційних методів досліджень* (с. 236–240). Зб. праць Всеукр. конф. “Від мінералогії і геонозії до геології, петрології, геології та геофізики: фундаментальні і прикладні тренди XXI століття (MinGeoIntegration XXI)” (м. Київ, 28–30 верес. 2021 р.). Київ: Київ. нац. ун-т ім. Тараса Шевченка. http://www.geol.univ.kiev.ua/docs/conf/Mingeo2021_materials.pdf.
- Арсирий, Ю. А., Витенко, В. А., Палий, А. М., Цыпко, А. К. (Ред.). (1984). *Атлас геологического строения и нефтегазоносности Днепровско-Донецкой впадины*. Киев: Мин-во геологии УССР, УкрНИГРИ.
- Архіпов, О. І., Титаренко, О. В., Єфіменко, Т. А. (2022). Оцінювання газоперспективності ділянок Ливенської площі за матеріалами космогеологічних досліджень. *Укр. журн. дистанційного зондування Землі*, 9(4), 13–25. <https://doi.org/10.36023/ujrs.2022.9.4.224>.
- Атлас родовищ нафти і газу України*. (1998–1999). (Т. 1). Східний нафтогазоносний регіон. Львів: Центр Європи.
- Аэрокосмические исследования на региональном этапе геологоразведочных работ на нефть и газ*. (1988). Москва: Недра.
- Барташук, О. В. (2021). *Геодинамічні умови нафтогазоносності Дніпровсько-Донецького палеорифту*. (Автореф. дис. д-ра геол. наук). ІГН НАН України, Київ. <http://www.irbis-nbuv.gov.ua/aref/0521U100933>.
- Гавриш, В. К. (Ред.). (1989). *Геология и нефтегазоносность Днепровско-Донецкой впадины. Глубинное строение и геотектоническое развитие*. Киев: Наук. думка. ISBN 5-12-000587-X.
- Дворянин, Є. С. (1996). *Структурно-тектонічна карта Дніпровсько-Донецької западини* (Поясн. записка, м-б 1:200 000). Київ: Укргеофізика.
- Лукін, О., Азімов, О., Пупов, В., Семко, М. (2008). *Аналіз перспектив нафтогазоносності площ і прогнозних пасток неантиклінального та комбінованого типів у верхньовізейських теригенних відкладах Східного нафтогазоносного регіону України* (звіт про тем. роботу № ДР 0105U001810. Кн. 1). Київ: ІГН НАН України.
- Лялько, В. І., Воробійов, А. І., Азімов, О. Т., Ходоровський, А. Я., Апостолов, О. А., Куріленко, В. С., Шадура, О. М., Голубов, С. І. (2020). *Розробка методики прогнозу нафтогазоносності на основі вивчення геофлюїдно-динамічних процесів у розломних зонах з використанням матеріалів супутникових зйомок і геолого-геофізичної інформації (на прикладі бортових зон Дніпровсько-Донецької западини)* (звіт про НДР № ДР 0116U006402). Київ: ЦАКДЗ ІГН НАН України.
- Лялько, В. І., Попов, М. О. (Ред.). (2006). *Багатоспектральні методи дистанційного зондування Землі в задачах природокористування*. Київ: Наук. думка. ISBN 966-00-0403-1.
- Лялько, В. І., Попов, М. А. (Ред.). (2012). *Спутниковые методы поиска полезных ископаемых*. Киев: Карбон-Лтд. ISBN 978-966-1692-09-0.
- Лялько, В. І., Попов, М. О. (Ред.). (2017). *Сучасні методи дистанційного пошуку корисних копалин*. Київ: ЦАКДЗ ІГН НАН України. ISBN 978-966-02-8295-7.
- Мичак, А. Г., Філіпович, В. С., Приходько, В. Л., Ніколасенко, Б. О., Янцевич, О. О., Пазинич, Н. В. ... Архіпов, О. І. (2010). *Аерокосмічні дослідження геологічного середовища*. Київ: Мінприроди України, Держгеолслужба.
- Нікулін, С. Л. (2013). *Геоінформаційна технологія вирішення прогнозно-пошукових задач за комплексом геолого-геофізичних і космічних даних*. (Автореф. дис. д-ра геол. наук). Київ. нац. ун-т ім. Тараса Шевченка, Київ. <http://irbis-nbuv.gov.ua/publ/REF-0000486224>.
- Перцов, А. В. (Ред.). (2000). *Аэрокосмические методы геологических исследований*. Санкт-Петербург: Изд-во СПб картфабрики ВСЕГЕИ.
- Розанов, Л. Н. (1982). Геодинамический подход к дешифрированию космоснимков при решении задач нефтегазовой геологии. *Геология нефти и газа*, 6, 39–42.
- Руденко, Л. Г. (Ред.). (2007). *Національний атлас України*. Київ: ДНВП “Картографія”. ISBN 978-966-475-067-4.
- Стадниченко, Г. С., Воскобойник, М. М. та ін. (1992). *Звіт про проведення сейсморозвідувальних робіт на Лутайківсько-Хутірській площі сейсморпартією 5/88 в 1988–1992 рр.* Київ: КГРЕ ДГП “Укргеофізика”.
- Стовба, С. Н., Самойлюк, А. П., Турчаненко, Н. Т. и др. (1993). *Анализ эффективности геофизических исследований ГПП “Укргеофизика”* (отчет по теме 113/89 № ГР 39-91-82/2. Книга I). Киев: ГПП “Укргеофизика”.
- Тарангул, Д. А., Азімов, А. Т., Макаручук, А. Л. (1992). Прогнозирование структур осадочного чехла на основе детальных аэрокосмогеологических исследований (южная краевая зона Днепровского грабена). *Аэрокосмогеологические исследования в комплексном решении нефтегеологических задач (опыт, эффективность, проблемы)* (с. 81–88). Москва: ИГиРГИ.
- Тарангул, Д. А., Макаручук, А. Л., Самчук, А. А. и др. (1986). *Детальные аэрокосмические исследования Глинско-Розбышевского, Прилукско-Лосиновского и Воскресеновского участков ДДВ с целью выявления перспективных площадей для сейсморазведочных работ* (отчет о НИР по теме 82.67.84/01.11 № ГР 39-84-133/13). Киев: КО ИГиРГИ.
- Товстюк, З., Клочко, В., Левчик, О., Титаренко, О., Єфіменко, Т., Седлерова, О. ... Маняк, Н. (2009). *Вдосконалення супутникових технологій пошуку та прогнозу покладів вуглеводнів на прикладі перспективних об'єктів Азово-Чорноморського регіону та Дніпровсько-Донецької западини* (звіт про НДР № ДР 0105U000926). Київ: ЦАКДЗ ІГН НАН України.

References

- Aerospace investigation on the regional stage of petroleum exploration works*. (1988). Moscow: Nedra (in Russian).
- Agres, N. P. (2012). GIS-technology of integrated processing of structural-geomorphological researches and the remote sensing data for the forecast of new objects of hydrocarbons search. *Geoinformatics (Ukraine)*, 3(43), 6–32. http://nbuv.gov.ua/UJRN/geoinf_2012_3_6 (in Ukrainian with English summary).
- Arkhypov, O. I., Titarenko, O. V. & Yefimenko, T. A. (2022). Assessment of gas prospects of the areas on the Lyvenska

- territory based on the space and geological research materials. *Ukr. J. Remote Sens. (Ukraine)*, 9(4), 13–25. <https://doi.org/10.36023/ujsr.2022.9.4.224> (in Ukrainian with English summary).
- Arsiriy, Yu. A., Vitenko, V. A., Paliy, A. M. & Tsytko, A. K. (Eds.). (1984). *Atlas of geological structure and oil-and-gas bearing of the Dnieper-Donets Depression*. Kiev: UkrSSR Ministry of Geology, UkrSGRI (in Russian).
- Atlas of oil and gas fields of Ukraine*. (1998–1999). (Vol. I). *Eastern oil-and-gas bearing region*. Lviv: Centre of Europe Press. ISBN 966-7022-04-8.
- Azimov, O. T. (2005). Searching of the hydrocarbon reservoirs in the deep abyssal formations of the Sribne trough of the Dnieper-Donets basin using the remote sensing methods. *Sci. Bull. Ivano-Frankivsk Nat. Tech. Univ. Oil & Gas*, 3(12), 5–14. <http://elar.nung.edu.ua/handle/123456789/1145> (in Ukrainian with English summary).
- Azimov, O. T. (2007a). Analytical review of aerospace methods for investigation of geological structures and processes. Part 2. Theoretical foundations of revelation of the Earth crust's peculiarities of structure on the base of remote sensing data. *Sci. Proc. UkrSGRI*, 2, 250–260. (in Ukrainian with English abstract).
- Azimov, O. T. (2007b). Analytical review of aerospace methods for investigation of geological structures and processes. Part 3. Characteristic of thematic decoding lines of remote sensing data. *Sci. Proc. UkrSGRI*, 3, 124–136 (in Ukrainian with English abstract).
- Azimov, O. T. (2008). *Research of disjunctive dislocations in the Earth's crust with remote sensing methods (by the examples of some Ukraine's regions)*. (Extended abstract of Doctor Geol. Sci. thesis). Inst. Geol. Sci., NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine. http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis64r_81/cgiirbis_64.exe (in Ukrainian with English abstract).
- Azimov, O. T. (2009). Prompt prediction of unanticline and combination oil and gas traps via results of aerospace geological investigation. *Sci. Proc. IGS, NAS of Ukraine*, 2, 13–19 (in Ukrainian with English summary).
- Azimov, O. (2014a). Methodology of research into the Earth's crust structure via remote sensing technologies. *Visnyk Taras Shevchenko Nat. Univ. of Kyiv: Geol.*, 1(64), 73–77. http://www.library.univ.kiev.ua/ukr/host/10.23.10.100/db/ftp/visnyk/geolog_64_2014.pdf (in Ukrainian).
- Azimov, O. T. (2014b). Modular flowchart of transformation, decoding and geological interpretation of remote aerospace survey data. *Geoinformatics*, 2(50), 43–55. http://nbuv.gov.ua/UJRN/geoinf_2014_2_6 (in Ukrainian with English abstract).
- Azimov, O., Bagriy, I. & Dubosarsky, V. (2022). Predicting hydrocarbon fields using the complex of atmogeochemical and remote sensing methods. *Visnyk Taras Shevchenko Nat. Univ. of Kyiv: Geol.*, 3(98), 104–109. <http://doi.org/10.17721/1728-2713.98.13>. (in Ukrainian).
- Azimov, O. T., Bagriy, I. D., Dubosarsky, V. P. & Chizhikovskiy, V. S. (2021, September). *Prospects of oil-and-gas occurrence for the Piatyhorivka area within the Dnieper-Donets Depression using atmogeochemical data set and remote sensing methods* (p. 236–240) Proc. All-Ukrainian Conf. “From mineralogy and geognosis to geochemistry, petrology, geology and geophysics: Fundamental and applied trends of XXIst Age (MinGeoIntegration XXI)”. Kyiv. http://www.geol.univ.kiev.ua/docs/conf/Mingeo2021_materials.pdf (in Ukrainian with English summary).
- Bartashchuk, O. V. (2021). *Geodynamic conditions of oil and gas potential of the Dnieper-Donetsk paleorift*. (Extended abstract of Dr. Geol. Sci.) Inst. Geol. Sci., NAS of Ukraine, Kyiv. <http://www.irbis-nbuv.gov.ua/aref/0521U100933> (in Ukrainian with English abstract).
- Dvorianyn, Ye. S. (1996). *Structural and tectonic map of the Dnieper-Donets Depression* (Explanatory note, scale of 1:200 000). Kyiv: SGE Ukrgeofizyka, State Committee of Geology of Ukraine (in Ukrainian).
- Gavrish, V. K. (Ed.) (1989). *Geology and oil-and-gas bearing of the Dnieper-Donets Depression. Deep structure and geotectonic evolution*. Kiev: Naukova dumka. ISBN 5-12-000587-X (in Ukrainian).
- Lukin, O., Azimov, O. Pupov, V. & Semko, M. (2008). *Analysis of the oil-gas-bearingness prospective for areas and predicted traps of unanticline and combination types in the Upper Visean terrigenous sediments of the East oil-gas-bearing region of Ukraine* (Report on the thematic work No. SR 0105U001810. Vol. I). Kyiv IGS, NAS of Ukraine.. Kyiv. (in Ukrainian).
- Lyalko, V. I., Popov, M. O. (Eds.). (2006). *Multispectral remote sensing in nature management*. Kyiv: Naukova dumka. ISBN 966-00-0403-1 (in Ukrainian).
- Lyalko, V. I., Popov M. O. (Eds.). (2017) *Novel remote sensing methods for minerals prospecting*. Kyiv: CASRE IGS, NAS of Ukraine. ISBN 978-966-02-8295-7 (in Ukrainian).
- Lyalko, V. I., Vorob'ev A. I., Azimov, O. T., Khodorovsky, A. Ya., Apostolov, O. A., Kurilenko, V. S., Shadura, O. M. & Golubov, S. I. (2020). *Development of methods of the oil and gas forecasting on the basis of geofluid processes studying in fault zones with use of satellite surveys materials, the geological and geophysical information (on an example of onboard zones of the Dneprovsko-Donetsk depression)* (Report for scientific research No. SR 0116U006402). Kyiv: CASRE IGS, NAS of Ukraine (in Ukrainian).
- Mychak, A. G., Filipovich, V. Ye., Pryhodko, V. L., Nikolaienko, B. O., Yantsevych, O. O., Pazynych, N. V. ... Arhipov, O. A. (2010). *Aerospace investigation of the geological environment*. Kyiv: The Ministry of Environment of Ukraine, State Geological Survey. (in Ukrainian).
- Nikulin, S. L. (2013). *Geoinformation technology for solving the prediction and exploration tasks using the suite of geological, geophysical and space data*. (Extended abstract of Dr. Geol. Sci.). Taras Shevchenko Nat. Univ. of Kyiv, Kyiv, Ukraine. <http://irbis-nbuv.gov.ua/publ/REF-0000486224> (in Ukrainian with English abstract).
- Pertsov, A. V., (Ed.). (2000). *Aerospace methods of geological investigation*. St Petersburg: St Petersburg map factory of AIIRSRGI Press (in Russian).
- Rudenko, L. G. (Ed.). (2007). *National atlas of Ukraine*. Kyiv: SSPE Kartographia. ISBN 978-966-475-067-4 (in Ukrainian).
- Rozanov, L. N. (1982). Geodynamic approach to decoding of space images at the decision of tasks of petroleum geology. *Oil & Gas Geol. (USSR)*, 6, 39–42. (in Russian).
- Satellite methods for prospecting the minerals (2012); Acad. of NAS of Ukraine V.I., Lyalko & Dr Techn. Sci. M.O., Popov (Eds.). Kyiv: Karbon-Ltd. ISBN 978-966-1692-09-0 (in Russian).
- Stadnychenko, H. S., Voskoboinyk, M. M. et al. (1992). *Report on implementation of seismic survey within the Lutaiky-Khutirska area by the 5/88 seismic crew in 1988–1992*. Kyiv: KGEE, SGE Ukrgeofizyka (in Ukrainian).
- Stovba, S. N., Samoiliuk, A. P., Turchanenko, N. T. et al. (1993). *Analysis of efficiency of geophysical researches of the SGE Ukrgeofizyka*. (Report on a theme of 113/89 No. SR 39-91-82/2. Vol. I. Text) Kiev: SGE Ukrgeofizyka. (in Russian).
- Tarangul, D. A., Azimov, A. T., Makarchuk, A. L. (1992). Prediction of sedimentary cover structures on the basis of detailed aerocosmogeological investigation (the southern boundary zone of the Dnieper graben). In *Aerospace geological investigation in the complex solving of tasks in*

- oil geology (experience, efficiency, problems)* (p. 81–88). Moscow: IGECM. (in Russian).
- Tarangul, D. A., Makarchuk, A. L., Samchuk, A. A. et al. (1986). *Detailed aerospace investigations for the Glink-Rozbyshevka, Priluki-Losinovka and Voskresenovka areas of the DDD with the purpose of detection of perspective areas for seismic survey.* (Report for research on a theme of 82.67.84/01.11 No. SR 39-84-133/13). Kiev: KB of IGECM (in Russian).
- Tovstiuk, Z., Klochko, V., Levchyk, O., Titarenko, O., Yefimenko, T., Sedlerova, O. ... Maniak, N. (2009). *An improvement of satellite technologies for search and forecast of the hydrocarbons reservoirs by the examples of the Azov-Black sea region and of the Dnieper-Donets basin.* (Report for scientific research No. SR 0105U000926). Kyiv: CASRE IGS, NAS of Ukraine (in Ukrainian).

AEROCOSMOGEOLOGICAL STUDIES OF THE PIATYHORIVKA AREA OF THE DNEIPEr-DONETS DEPRESSION (CORRECTION OF THE STRUCTURE, IDENTIFICATION OF TECTONIC ACTIVATION ZONES)

O. T. Azimov

Scientific Centre for Aerospace Research of the Earth of the Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine, 55-B, Oles Honchar Str., Kyiv 01054, Ukraine

As a case study of the Piatyhorivka area of the Dnieper-Donets Depression with a level terrain is given to characterize the technology of computerized processing and structural identification of multiband remote sensing data. Its application enables to visualize the components of the terrestrial landscape for the research area more clearly. Moreover, as a result the identification of elements of a weakly incised (low-amplitude) erosion network, the differentiation of soils by spectral features, etc. became possible. On the basis of a combined analysis of a complex of landscape components, the structural interpretation of remote sensing data together with a priori data of geological and geophysical studies, the elements of the fault-block structure of the research area were refined. The zones of tectonic activation at the current stage of the development of the earth's crust were found within its limits.

Keywords: Dnieper-Donets Depression, fault-block structure, disjunctive dislocations, sedimentary cover heterogeneities, remote sensing data, structural interpretation.

*Рукопис статті отримано 12.05.2023
Надходження остаточної версії: 12.06.2023
Публікація статті: 29.06.2023*