



<https://doi.org/10.36023/ujrs.2025.12.1.264>

УДК 528.854:(504: 553.98)

Систематизація природних чинників, які зумовлюють зміну оптичного поля ландшафту над покладами вуглеводнів на суходолі та шельфі

О. І. Архіпов*, <https://orcid.org/0000-0003-2986-6185>

О. В. Седлєрова, <https://orcid.org/0000-0003-1018-5267>

Т. А. Єфіменко, <https://orcid.org/0000-0002-0896-7449>

А. Д. Бондаренко, <https://orcid.org/0000-0002-2257-6196>

ДУ “Науковий Центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук Національної академії наук України”,
вул. Олеся Гончара, 55-Б, Київ, 01054, Україна

Стаття присвячена актуальній проблемі – виділенню оптичних аномалій ландшафтів над покладами вуглеводнів, які обумовлені різними природними чинниками, та систематизації цих чинників. Розроблення методів і технологій дистанційного зондування для розв’язання різноманітних нафтогазопошукових завдань в різних геологічних та ландшафтних умовах потребує глибокого фізичного обґрунтування закономірностей формування на денній поверхні корисного сигналу від покладу вуглеводнів (ВВ), який може бути зареєстрований аерокосмічними сенсорами. Відомо, що оптичне поле ландшафту обумовлене відбивними характеристиками його окремих елементів – ґрунтів та рослинності. Простежено зміну цих характеристик під дією різноманітних факторів середовища та обґрунтовано концептуальну модель, яка встановлює причинно-наслідкові зв’язки між факторами формування оптичних аномалій та результуючими сигналами, які реєструються дистанційними та наземними методами в оптичному діапазоні. В статті проаналізовано та систематизовано фактори середовища, які є найбільш інформативними та обумовлюють наявність оптичних аномалій над покладами ВВ.

Ключові слова: природні чинники (статичні, динамічні), спектральні сигнатури, оптичні аномалії, геофлюїдодинамічні та неотектонічні процеси.

© Архіпов О. І., Седлєрова О. В., Єфіменко Т. А., Бондаренко А. Д. 2025

Вступ

Метою публікації є аналіз відомих природних чинників для різних геологічних та ландшафтних умов, які спричиняють зміни оптичних характеристик ландшафтів над покладами вуглеводнів (ВВ), та їх систематизація.

Аналіз закономірностей розташування родовищ ВВ у межах нафтогазоносних провінцій виводить ряд геологічних об’єктів, що виявляються за результатами аерокосмогеологічних досліджень, в ранг прогнозних. Оскільки такі дослідження базуються на комплексному аналізі різних факторів середовища, які обумовлюють генетичні зв’язки між наявністю покладів ВВ та станом сучасних компонентів ландшафту, то розгляд та обґрунтування природних чинників, що викликають зміну спектральних сигнатур компонентів ландшафту, набувають практичного значення. Відомо, що зміни спектральних сигнатур компонентів ландшафту обумовлюють оптичні аномалії, які є індикаторами покладів ВВ на суходолі та на шельфі. Тому визначаючи оптичні аномалії за матеріалами космічного знімання, необхідно системно вивчати різні природні чинники.

Вирішенню цих завдань присвячена значна кількість досліджень багатьох авторів (Rock B. N., 1985; Saunders D., Terry S., 1985; Saeid Asadzadeh et al., 2017), а також співробітників ЦАКДЗ ІГН НАН України (Архіпова Т. О., 2004; Багатоспектральні методи ..., 2006; Сучасні методи ..., 2017; Попов М. А. та ін., 2018; Архіпов О. І. та ін., 2022).

У статті проаналізовані та систематизовані фактори середовища, які є найбільш інформативними та обумовлюють наявність оптичних аномалій над покладами ВВ.

Кінцевим інформаційним продуктом досліджень є структурні схеми статичних і динамічних природних чинників та моделі формування оптичного поля ландшафту над покладами ВВ.

Опис чинників та процесів

Основою для розроблення методик і технологій при розв’язанні нафтогазопошукових завдань можуть слугувати кількісні значення різних показників геологічного середовища та елементів ландшафту (Архіпова Т. О., 2004; Багатоспектральні методи ..., 2006). Проте, як уже зазначалося вище, на сьогодні нема системного підходу до класифікації природних чинників, обумовлених покладами ВВ,

*Corresponding author / Автор для кореспонденції:

О. І. Архіпов: aiarh19443@gmail.com

які визначають формування спектральних сигнатур відеозображень елементів ландшафту.

У результаті проведеного аналізу в районах нафтогазоносних площ запропонована модель формування оптичних аномалій, які обумовлені покладами ВВ. (Рис. 1).

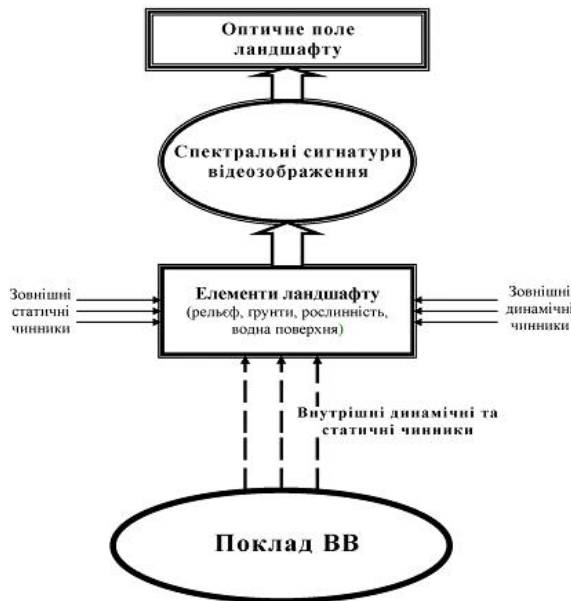


Рис. 1. Модель формування оптичних аномалій над покладами вуглеводнів

Детальний аналіз вищезгаданих джерел, а також практичні напрацювання наших співробітників дає змогу зробити висновки, що до найбільш інформативних чинників, які обумовлюють відбивні та флуоресцентні характеристики елементів ландшафту над покладами ВВ, слід віднести наявність безпосередніх виходів ВВ (нафти і газу на суходолі та шельфі), а також різноманітних природних чинників. Далі розглянемо деякі з них.

Виявлення нафто- і бітумопроявів методами дистанційного зондування базується на різниці спектральних сигнатур вуглеводневих плівок, субстрату та водної поверхні. Цей блок досліджень є важливим на початкових стадіях вивчення потенційно нафтогазоносних басейнів і дає змогу за поширенням та інтенсивністю нафтопроявів оцінювати вуглеводневий потенціал регіону. Поверхневі нафтопрояви характерні для зон з активними неотектонічними рухами (такими як передгірські та міжгірські прогини), для областей сучасного грязьового вулканізму, солянокупольної тектоніки, глибинних розломів (зсувів, насувів, скидів) і регіонів, де розміщуються унікальні за запасами родовища нафти.

Для їх виявлення використовують багатозональні зображення у видимому та ближньому інфрачервоному діапазонах. Встановлено чотири смуги поглинання сонячної енергії нафтовими вуглеводнями (1180, 1380, 1680–1720, 2300–2450 нм), які дають змогу у сукупності чітко діагностувати поверхневий нафтопрояв. На дві перші з них припадає близько 20%, а на всі чотири разом – до 75% поглинутої енергії.

Дослідженнями співробітників ЦАКДЗ ІГН НАН України на родовищах ВВ у Дніпровсько-Донецькій западині (ДДЗ) за матеріалами багатозонального знімання у діапазоні 400–800 нм було виявлено плівки нафти як на рослинному покриві, так і на поверхні води.

Високий ступінь як вертикальної, так і латеральної міграції вуглеводнів упродовж всього існування родовища (від синтезу до окислювання) обумовлює зміни оптичних характеристик елементів ландшафту: ґрунтів, рослинного покриву, водної поверхні, що призводить до утворення оптичних аномалій над родовищем (Сучасні методи..., 2017). **Міграція вуглеводнів** вздовж зон розломів та в зонах розущільнення порід літосфери, що утворюються та відновлюються при неотектонічних деформаціях земної кори, виступає в ролі прихованого чинника формування спектральних сигнатур елементів ландшафту. Міграція вуглеводнів є динамічним чинником оптичного поля ландшафтів, який безпосередньо залежить від неотектонічного, фізичного факторів та геофлюїдодинамічних процесів (Рис. 2).

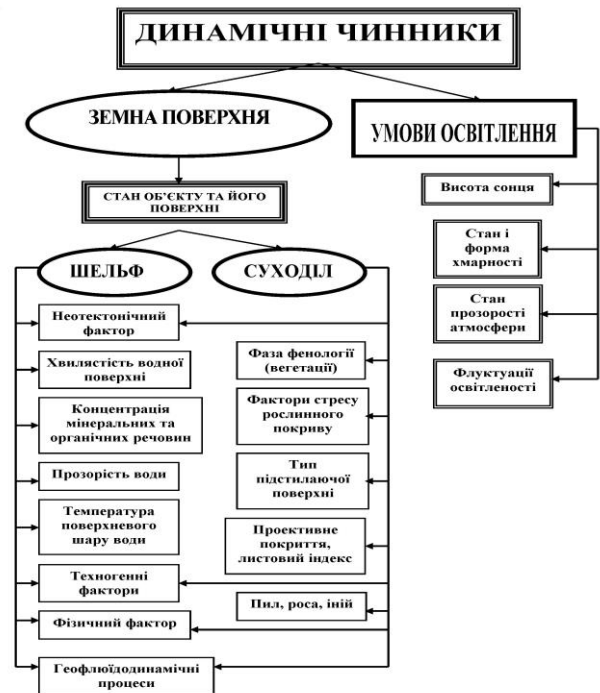


Рис. 2. Динамічні чинники, які обумовлюють формування спектральних сигнатур елементів ландшафту над покладами ВВ

Результати практичних досліджень на еталонних ділянках Хухринського, Східнорогінцівського, Прокопенківського, Новотроїцького та інших родовищ ВВ у межах ДДЗ підтвердили наше бачення закономірності формування оптичних аномалій рослинного покриву над покладами ВВ (див. Рис. 1). Ці аномалії впевнено виявляються за даними дистанційних та наземних спектрометрувань та використовуються як індикатори покладів ВВ. **Фаза фенології (вегетації), стресовий стан рослинного покриву, стан підстильної поверхні, проективне покриття** визначаються як динамічні чинники

формування оптичного поля ландшафту на суходолі (Рис. 2).

Розломи та зони розуцільнення, які ускладнюють глибинні структури-родовища, в умовах неотектонічної активності характеризуються високою **флюїдопровідністю**, наявністю температурних аномалій (Ворсклянський глибинний розлом), гідрохімічних аномалій з підвищеним вмістом метану у водоносних горизонтах палеогену (на Гніденцівський, Рибальський та інших структурах) та підвищений вміст метану над усіма родовищами та вздовж розломів (Багатоспектральні методи ..., 2006).

На морській поверхні формування спектральних сигнатур на матеріалах багатоспектрального дистанційного зондування Землі обумовлюється *геофлюїдодинамічними процесами*, при яких на водну поверхню з морського дна піднімаються більш холодні води, які захоплені потоками газу, який просочується з глибин по розломних зонах або зонах розуцільнення порід. Це явище сприяє утворенню осередків, в межах яких їх температура нижча від температури поверхневих вод, та знаходить своє відображення на багатоспектральних матеріалах космічних знімків у вигляді оптичних аномалій, які чітко фіксуються на теплових космічних знімках за рахунок іншого тону зображення. Як показали тривалі дослідження на шельфі, такі оптичні аномалії закономірні над родовищами ВВ, підводними грязьовими вулканами, газовими факелами та неотектонічно активними глибинними розломами (Шнюков та ін., 1999) і є результатом впливу динамічних чинників.

Говорячи про **неотектонічний чинник**, слід зазначити, що прояви вертикальних неотектонічних рухів на земній поверхні характеризуються активізацією ерозійних процесів, зміною рослинних

угруповань та типів ґрунтів, створюючи “образ” глибинної структури як в аномаліях елементів ландшафту, так і в аномаліях оптичних характеристик рослинного покриву та ґрунтів. На матеріалах дистанційних знімачів такі зміни відображаються як осередки максимального розвитку яружно-балкової мережі, її дугоподібний або лінійний плановий рисунок, концентрація еолових масивів – як об’єкти на панхроматичних зображеннях, або збільшенням чи зменшенням зволоженості терасових рівнів у долинах річок, зміною літологічних фацій четвертинних відкладів (зміна глин пісками та навпаки), що чітко фіксується в тоні багатоспектрального зображення. Безумовно, неотектонічний чинник слід відносити до динамічних.

Над неостектонічно активними розломами та їх зонами, завдяки підвищеній тріщинуватості та мікротріщинуватості порід верхньої частини геологічного розрізу, відзначається **збільшення воложеності цих відкладів**, що проявляється в рельєфі і є причиною формування оптичної аномалії у вигляді лінійних смуг на аерокосмозображеннях всіх діапазонів знімачь. Такі зони підвищеної тріщинуватості були віддешифровані саме за цими ознаками в межах багатьох нафтогазоносних площ ДДЗ, зокрема на Чернечинській в межах продуктивного контуру родовища (Сучасні методи ..., 2017). Одна з них (р-н св. № 2) збіглася із зоною розуцільнення порід кристалічного фундаменту за даними геофізичних досліджень. В св. №№ 1, 5, 6, 9 (Хухринська площа) та №№ 1, 2, 3, 7, 22 (Чернечинська площа) за керновим матеріалом в породах кристалічного фундаменту зафіксовані вертикальні тріщини, зони мілонітизації, тектонітів, дзеркала ковзання (Рис. 3).

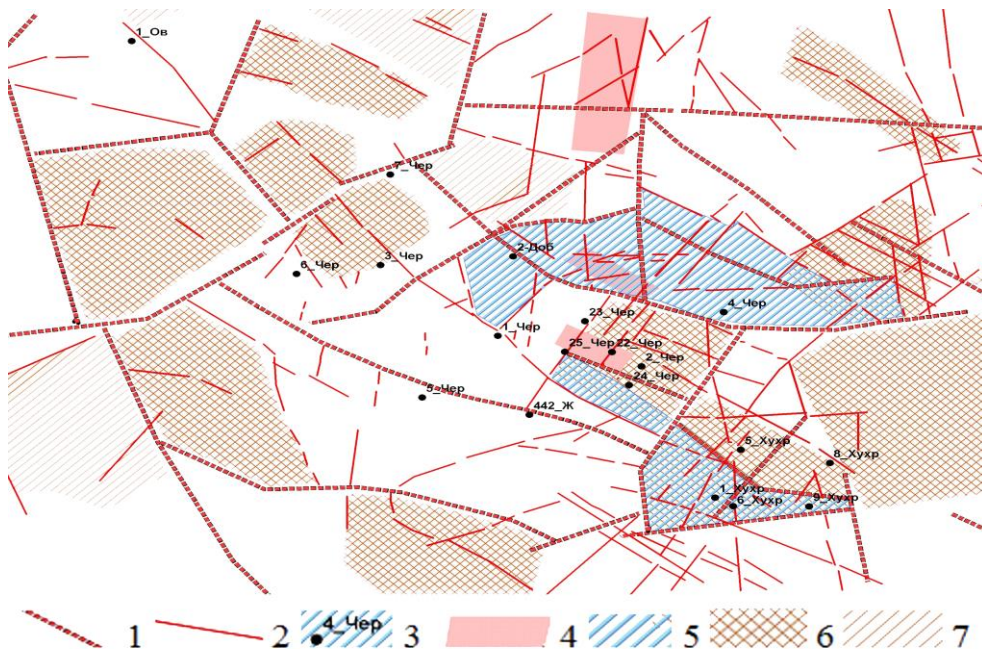


Рис. 3. Хухринсько-Чернеччинська площа. Схема розломно-блокової тектоніки (за Товстюк З. М., Сучасні методи ..., 2017).
Умовні позначення: лінеamenti: 1 – регіональні (міжблокові), 2 – внутрішньоблокові, 3 – свердловини глибокого буріння,
4 – зони підвищеної тріщинуватості за даними гравіметричного знімання, 5 – понижені блоки фундаменту;
неотектонічна активність: 6 – максимальна, 7 – середня

Саме такі ділянки заслуговують на увагу як зони розповсюдження вторинних, тріщинуватих колекторів (Сучасні методи ..., 2017), що, своєю чергою підвищує достовірність прогнозування покладу ВВ. Підтвердженням цього є результати комплексних нафтогазопошукових досліджень на Чернечинській площі за даними ПАТ “Укрнафта”

(1992–2002 рр.): св. №№ 7, 23, 25, пробурені після проведення тематичних робіт, є продуктивними, тоді як св. №№ 1 Ов, 2 Доб, 4 Чер – непродуктивні (Рис. 4). Необхідно відзначити, що аерокосмогеологічні дослідження, проведені співробітниками ЦАКДЗ ІГН НАН України, давали прогноз, який підтвердився бурінням.

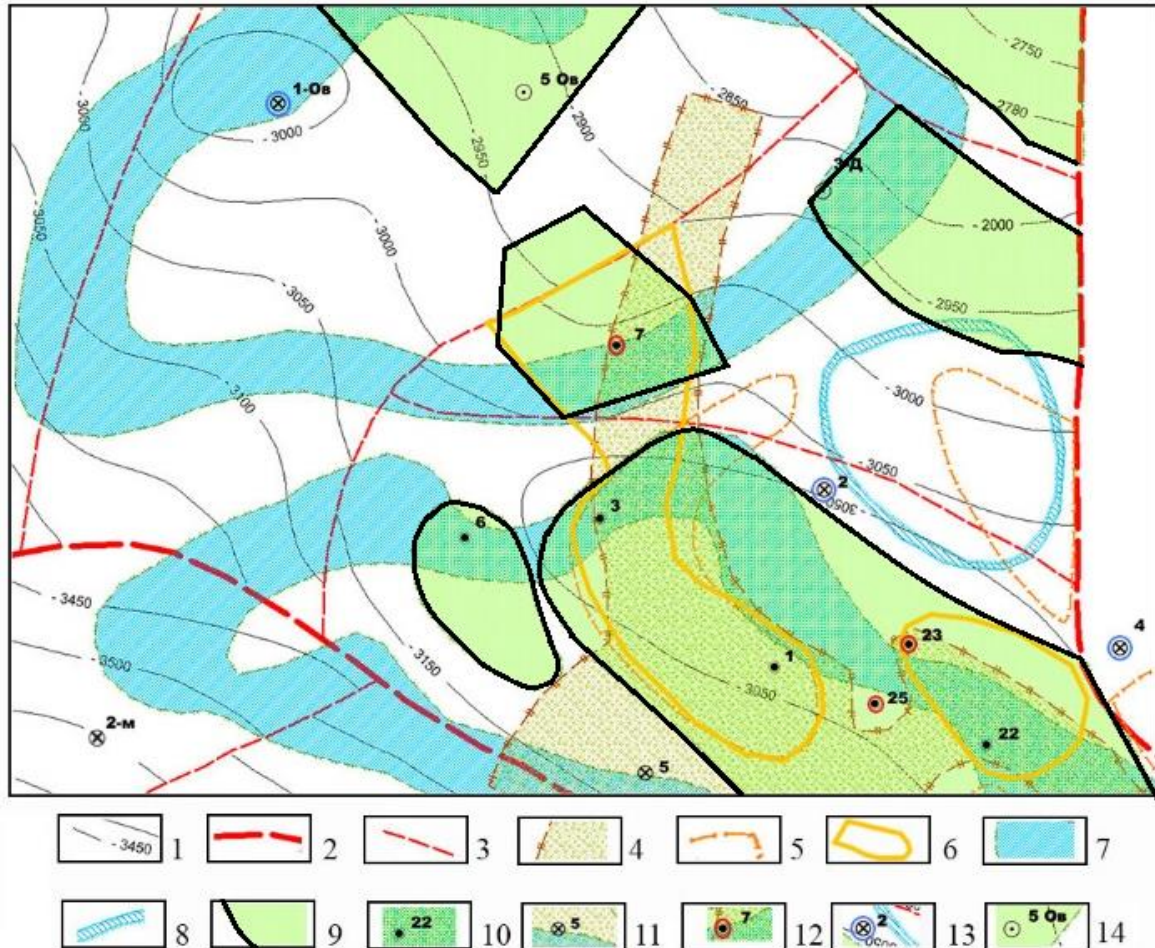


Рис. 4. Результати комплексних нафтогазопошукових досліджень на Чернечинській площі за даними ПАТ “Укрнафта” (1992–2002 рр.).

Умовні позначення: 1 – ізолінії відбивного горизонту В-21; 2 – зони регіональних розломів за геофізичними даними; 3 – локальні розломи за геофізичними даними; 4 – сейсμοфасії піщаників за даними В. Й. Слишинського; 5 – сейсμοфасії піщаників за даними Ю. Б. Сергія; 6 – аномалії за фацияльним аналізом; 7 – газоаномалії позитивні; 8 – газоаномалії негативні; 9 – аномалії за результатами аерокосмічних досліджень (О. І. Архіпов та ін.); свердловини, пробурені до проведення тематичних робіт: 10 – продуктивні; 11 – припливів не отримано; свердловини, пробурені після проведення тематичних робіт: 12 – продуктивні; 13 – припливів не отримано; 14 – свердловини проєктні

Зміни *фізичних полів* у зонах активних розломів призводять до літологічних заміщень у відкладах як глибинних горизонтів, так і на земній поверхні, де активізують еолові та акумулятивні процеси, а також на морському дні, де активізують акумулятивні процеси.

Зміни *електростатичного поля* вздовж зони Ворсклянського розлому призводять до акумуляції піщаних відкладів на заплаві та надзаплавній терасі р. Ворскла в межах Хухринського, Качалівського, Рибальського та інших родовищ ВВ. Ті самі еолові масиви спостерігаються над Сагайдацьким, Монастирищенським, Новотроїцьким та іншими структурами-родовищами. Завдяки *літології* ці

масиви чітко дешифруються як оптичні аномалії з плямистою текстурою тону зображення.

Ті самі чинники (*літологія і рельєф дна*) обумовлюють оптичну аномалію на морській поверхні. Наприклад, над родовищем Шмідта в рельєфі морського дна за овальним розташуванням піщаних бутрів, що “просвічуються” крізь малопотужну товщу морської води, дешифрується глибинна структура з покладом ВВ.

Наведене вище є прикладом поєднання прихованих внутрішніх (фізичних, неотектонічних) та зовнішніх (літологічних) факторів формування спектральних сигнатур на матеріалах космічного зондування.

Одним із значущих факторів є зміни **гравітаційного поля**. Так, на Хухринському родовищі продуктивна свердловина № 1 Хухр (Рис. 3) пробурена в межах гравітаційного мінімуму. Гравітаційне поле виступає як прихований природний чинник формування аномальної будови в долині р. Ворскла – розширення та заболочення заплави, що на аерокосмічних зображеннях, завдяки значному зволоженню, виділяється темно-сірим тоном у видимих діапазонах знімків.

Розглядаючи нафтогазогеологічні чинники формування спектральних сигнатур, слід враховувати **пластові тиски** в продуктивних горизонтах, що є глибинним фізичним фактором. Аномально високі пластові тиски сприяють інтенсифікації розриву суцільності порід, тим самим підвищуючи міграцію пластових флюїдів у відклади, що перекривають продуктивні горизонти, створюючи площинні та лінійні (вдовж розломів) виходи флюїдів на земну поверхню як на суходолі, так і на шельфі, та фіксуються за зміною оптичних характеристик рослинного покриву, ґрунтів та морської поверхні. Чим більше родовище за запасами і чим вищі тиски в продуктивних пластах, тим інтенсивнішою буде оптична аномалія. Так, високі пластові тиски, що характеризують родовища ВВ Апшерону-Прибалхашської тектонічної зони, сприяють інтенсивному грязьовому вулканізму в її межах. Завдяки незначним глибинам моря вся зона на космічних знімках виділяється як достатньо інтенсивна оптична аномалія.

Досвід робіт на шельфі Каспійського моря (Коротаєв та ін., 1999) дав змогу дійти висновку, що у формуванні оптичних аномалій на морській поверхні в межах північної мілководної частини моря бере участь **донна рослинність**, розповсюдження якої тісно пов'язане з літологією морського дна. Найбільш чітко ця рослинність дешифрується на синтезованих космічних знімках, виконаних у синій, зеленій та червоній зонах електромагнітного спектра.

Каламутні потоки поверхневих вод у північно-західній частині Чорного моря, як правило, розповсюджуються вздовж палеорусел (Пра-Каланчака, Пра-Дніпра, Пра-Дністра), які успадковують зони глибинних розломів та створюють спрямлені та звивисті лінійні аномалії, що дешифруються на багатовиспектральних космічних знімках. У цьому випадку формування оптичної аномалії спричинено внутрішнім прихованим тектонічним фактором та зовнішніми – кліматичним і антропогенним.

Теплові аномалії на морській поверхні, які можуть бути індикатором просочування газу, дешифруються на знімках ранкової пори, коли температурні градієнти на морській поверхні найбільші. Найбільший контраст і чіткість зображення досягається в зеленій зоні спектра електромагнітних коливань при стоянні Сонця над горизонтом 55–15° та хвилюванні води на морі не більше 2–3 балів. Великий вплив на формування спектральних сигнатур має динаміка морського середовища, глибина моря та прозорість води. При

значному інтенсивному переміщенні вод спостерігається зміщення теплових аномалій відносно їх джерела, що необхідно враховувати, прогнозуючи нафтогазоперспективні об'єкти.

Концентрація мінеральних та органічних речовин завдяки морським течіям та особливостям будови донного рельєфу створює на космічному знімку хвилясто-вихрову текстуру зображення. У всіх діапазонах електромагнітних хвиль тон зображення значно світліший або темніший залежно від складу і вмісту мінеральних та органічних речовин, температури скидових вод.

До **відносно статичних чинників** (Рис. 5), які обумовлюють значення корисного сигналу при формуванні спектральних сигнатур, належать **мікрота макроформи рельєфу**, які залежать від активності неотектонічних процесів, проте мають невисоку мінливість у часі. В межах суходолу над неотектонічно активними структурами спостерігається активізація сучасних ерозійних процесів – розвиток мікроформ рельєфу – лінійних тимчасових рівчаків площинного змиву ґрунтів на схилах долин балок та вододілів, створення еолових форм, мікрозападин.

Важливим чинником утворення корисного сигналу на матеріалах дистанційного зондування є рослинність, але, якщо вегетаційні показники і стресовий стан рослин – дуже динамічні чинники, то **видовий склад** усталених фітоценозів має відносно статичний характер, так само як і загальні природні умови, що характерні для певних природних зон і фацій.

Саме статичні чинники відіграють суттєву роль у визначенні фонових значень оптичного поля ландшафту і дають змогу визначити аномальні значення, обумовлені динамічними чинниками.

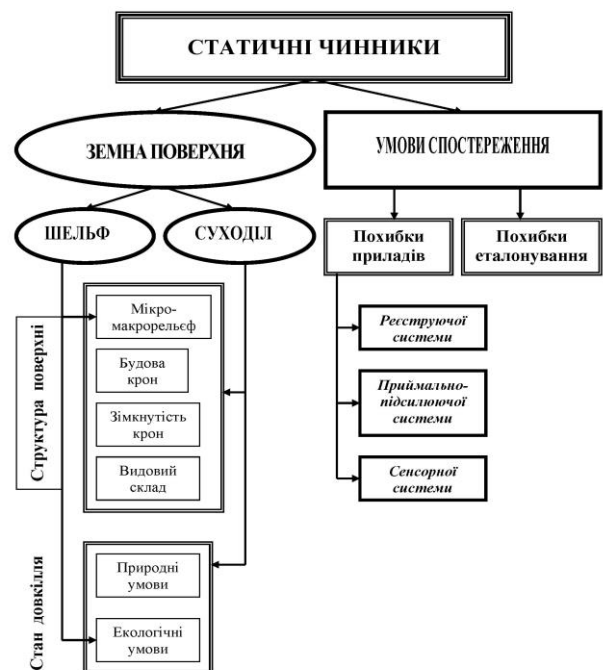


Рис. 5. Статичні чинники, які обумовлюють формування спектральних сигнатур елементів ландшафту над покладами ВВ

Концептуальні моделі утворення оптичного поля ландшафту

З метою створення концептуальної моделі формування корисного сигналу на космічних знімках **морської поверхні** Азово-Чорноморського регіону був створений об'ємний банк космічних знімків, проаналізовано фактори, що впливають на утворення спектральних сигнатур і, відповідно, на утворення оптичного поля морської поверхні. Таким чином, у модель формування корисного сигналу на космічних знімках морської поверхні входять три блоки: геолого-геофізична складова корисного сигналу, ландшафтна і супутникова складова. Концептуальна модель формування корисного сигналу на матеріалах

дистанційного зондування (МДЗ) морської поверхні зображена на Рис. 6.

У результаті аналізу факторів середовища **на суходолі**, що впливають на такі елементи ландшафту, як ґрунти і рослинність, як концептуальну модель формування оптичного поля над покладами ВВ можна запропонувати таку схему (Рис. 7). Чорні жирні стрілки показують безпосередній вплив покладів ВВ на фактори середовища, які зумовлюють зміни оптичних характеристик елементів ландшафту. Тонкі і штрихові стрілки позначають опосередкований вплив ВВ, який призводить до певної трансформації середовища над покладами ВВ (Архіпова Т. О., 2004).

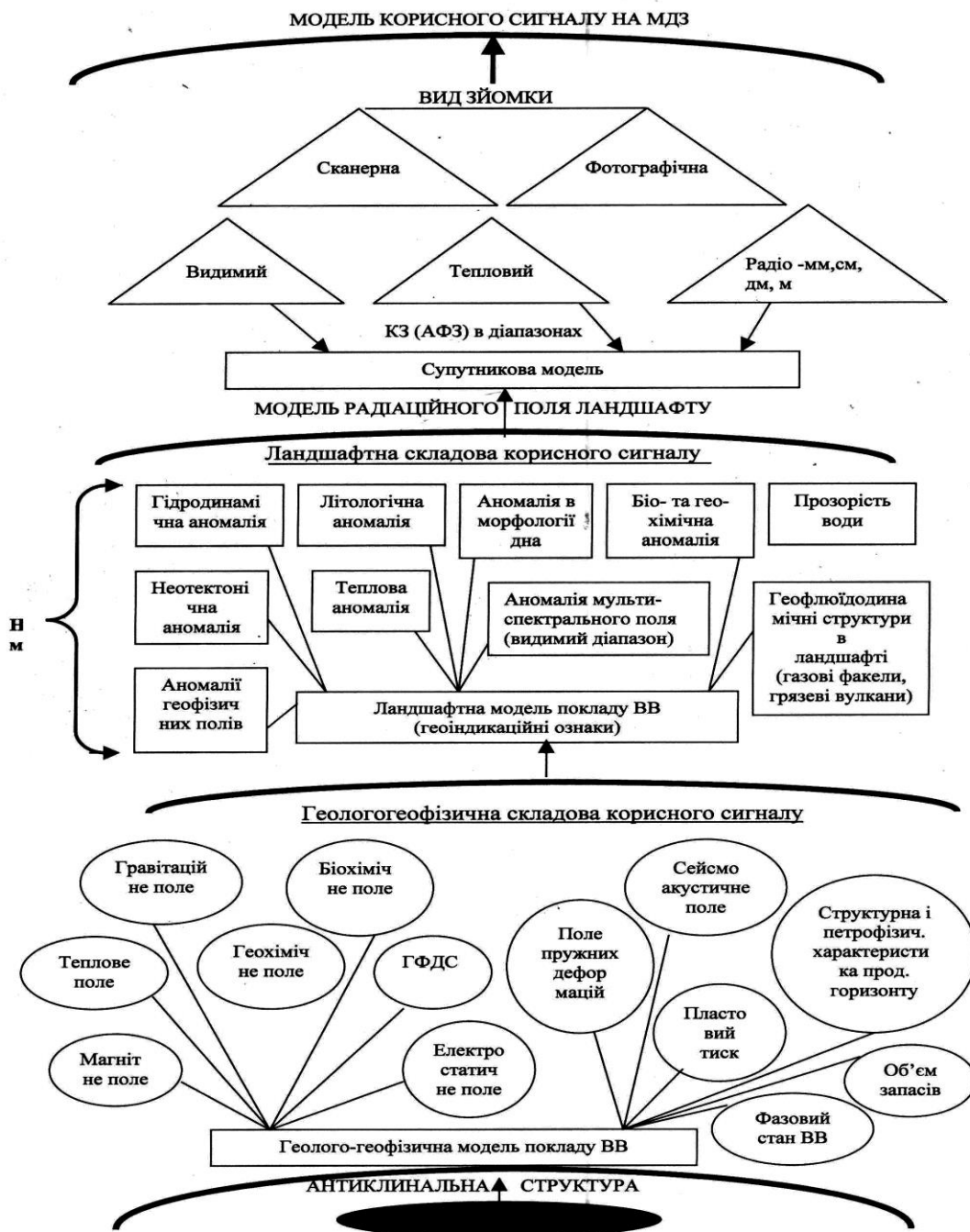


Рис. 6. Концептуальна модель формування корисного сигналу за матеріалами дистанційного зондування морської поверхні (за Перервою В. М. та Товстюк З. М. з доповненнями)

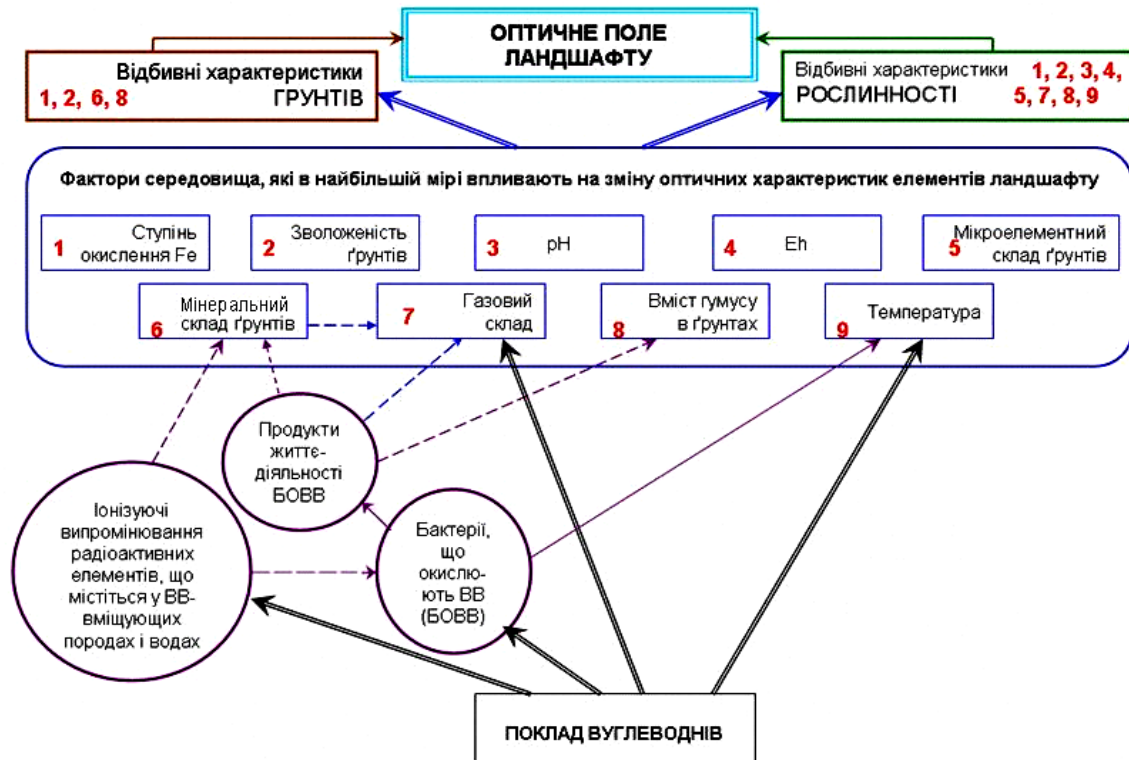


Рис. 7. Концептуальна модель впливу різних факторів середовища на формування оптичного поля ландшафту над покладами ВВ (за Архіповою Т. О., 2004 з доповненнями)

Результати та обговорення

На Рис. 6, 7 наведені розроблені авторами статті варіанти систематизації основних статичних та динамічних чинників, які впливають на оптичні характеристики елементів ландшафту над покладами ВВ при формуванні спектральних сигнатур на дистанційних та наземних матеріалах.

Через те що величина корисного сигналу в декілька разів менша рівня завад, які зумовлені різними чинниками, такий системний підхід дає змогу оптимально виконувати реєстрацію відбивних характеристик елементів ландшафту для виявлення аномалій, які генетично зумовлені наявністю покладів ВВ.

Теоретичні та експериментальні дослідження закономірностей прямого та опосередкованого впливу покладів ВВ на ландшафт дають змогу зробити висновок, що майже над усіма родовищами ВВ існують аномальні зонально-кільцеві поля різного генезису. При цьому, інтенсивність геофлюїдодинамічних явищ у верхній зоні зондування визначається сукупним впливом і часткою участі хімічних, біохімічних, фізико-хімічних, фізичних процесів і певною мірою залежить від щільності порід осадового чохла.

Досліди виявляють приуроченість фільтраційних процесів до тектонічно-послаблених зон (розломів, крил та периклинальних ділянок структури), тоді як дифузійні процеси досягають максимальних значень в склепінних частинах структур. Ці процеси перенесення енергії (зокрема тепла, рідких,

пароподібних та газоподібних флюїдів) призводять до відчутної трансформації фізико-хімічного стану порід і ґрунтів над покладами ВВ та в зонах розушільнення порід.

Очікувано, що внаслідок сукупного впливу цих факторів на елементи денної поверхні змінюються спектральні характеристики оптичного поля ландшафту, але ступінь впливу кожного з факторів може бути різним, тому і набір інформативних факторів може змінюватися залежно від площі, що досліджується.

Висновки

За результатами проведених досліджень як на суходолі, так і на шельфі при формуванні спектральних сигнатур у процесі дистанційного та наземного знімання в ролі чинників виступають приховані ендегенні (геологічні та фізичні) у поєднанні із зовнішніми (формою об'єкта, розміром, кольором, літологічними особливостями порід, характером ерозійних процесів, газопроявленнями, освітленням, температурою тощо) факторами.

Безперечно, що запропоновані результати систематизації необхідно розглядати лише як перший крок у цьому напрямі. Для врахування впливу кожного з наведених чинників слід, по можливості, їх кількісно оцінити, що дасть змогу оптимізувати їх склад.

Використання матеріалів, викладених у статті, допоможе розробити методики та технології для нафтогазопозукових робіт на основі матеріалів аерокосмічних знімачів.

Contribution of authors: conceptualization – O. I. Archipov; methodology and analysis – O. I. Archipov, O. V. Sedlerova; systematization, visualization – T. A. Yefimenko, A. D. Bondarenko; preparation of the text of the article: the author's manuscript – O. I. Archipov, T. A. Yefimenko; reviewing and editing – O. V. Sedlerova, A. D. Bondarenko. All authors read and agreed with the published version of the manuscript.

Financing: This study has not received external funding.

Data accessibility: Not applied.

Thanks: The authors are grateful to the reviewers and editors for their valuable comments, recommendations and attention to work.

Conflicts of Interest: Authors declare no conflict of interest.

Внесок авторів: Концептуалізація – О. І. Архіпов; методологія та аналіз – О. І. Архіпов, О. В. Седлерова; систематизація, візуалізація – Т. А. Єфіменко, А. Д. Бондаренко; підготовка тексту статті: авторський рукопис – О. І. Архіпов, Т. А. Єфіменко; рецензування та редагування – О. В. Седлерова, А. Д. Бондаренко. Всі автори прочитали та погодилися з опублікованою версією рукопису.

Фінансування: Це дослідження не отримало зовнішнього фінансування.

Доступність даних: Не застосовується.

Подяки: Автори вдячні рецензентам і редакторам за їхні цінні коментарі, рекомендації та увагу до роботи.

Конфлікти інтересів: Автори заявляють, що не мають конфлікту інтересів.

Література

- Архіпов, О. І., Титаренко, О. В., Єфіменко, Т. А. (2022). Оцінка газоперспективності ділянок Ливенської площі з використанням матеріалів космогеологічних досліджень. *Український журнал дистанційного зондування Землі*, 9(4), 13–25. DOI: <https://doi.org/10.36023/ujrs.2022.9.4.224>.
- Архіпова, Т. О. (2004). Дослідження закономірностей формування оптичних аномалій ландшафтів над покладами вуглеводнів. *Нафта і газ України*, 1, 35–37.
- Багатоспектральні методи дистанційного зондування Землі в задачах природокористування. Лялько, В. І., Попов, М. О. (Ред.). (2006). Київ: Наукова думка, 357.
- Коротаев, Г. К., Кудрявцев, В. Н., Суєтин, В. С. и др. (1999). Дистанционные методы наблюдения океанов и морей. *Нові методи в аерокосмічному землезнавстві*. (с. 27–41). Київ.
- Попов, М. А., Станкевич, С. А., Архіпов, А. И., Титаренко, О. В. (2018). О возможности дистанционного поиска залежей углеводородов с использованием компьютерного ассистента геолога. *Український журнал дистанційного зондування Землі*, 5(16), 34–40. DOI: <https://doi.org/10.36023/ujrs.2018.16.119>.
- Сучасні методи дистанційного пошуку корисних копалин. Лялько, В. І., Попов, М. О. (Ред.). (2017). Київ: ЦАКДЗ ІГН НАН України. ISBN 978-966-02-8295-7.
- Шнюков, Е. Ф., Пасынков, А. А., Клещенко, С. А. (1999). *Газовые факелы на дне Черного моря*. Киев: ИП Гнозис.
- Espindola, G. M., Camara, G., Reis, I. A., Bins, L. S., Monteiro, A. M. (2006). Parameter Selection for Region-Growing Image Segmentation Algorithms Using Spatial Autocorrelation. *International Journal of Remote Sensing*, 27(14), 3035–3040.
- Rock, B. N. Vegetation response to geochemical stress: an overview. (June 1985). *Surface and near surface geochemical methods in petroleum exploration*. Special publication №1.
- Saeid Asadzadeh, Carlos Roberto de Souza Filho. (2017). Spectral remote sensing for onshore seepage characterization: A critical overview. *Earth-Science Reviews*, 168, 48–72. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2017.03.004>.
- Saunders, D., Terry, S. (1985). Onshore exploration using the new geochemistry and geomorphology. *Oil and Gas Journal*, 83(37), 126–130.
- Shnyukov, E. F., Pasyнков, A. A., Kleshchenko, S. A. (1999). *Gas torches on the Black Sea bottom*. Kyiv. (in Russian).
- Arkhipov, O. I., Tytarenko, O. V., Yefimenko, T. A. (2022). Assessment of gas prospects of the areas on the Lyvenska territory based on the materials of space and geological research. *Ukrainian journal of remote sensing*, 9(4), 13–25. DOI: <https://doi.org/10.36023/ujrs.2022.9.4.224> (in Ukrainian).
- Arkhipova, T. O. (2004). Research of regularities of formation of optical anomalies of landscapes over hydrocarbon deposits, *Proceedings of the 8th International Conference*, (vol. 1) 35–37, Kyiv. (in Ukrainian).
- Espindola, G. M., Camara, G., Reis, I. A., Bins, L. S., Monteiro, A. M., (2006). Parameter Selection for Region-Growing Image Segmentation Algorithms Using Spatial Autocorrelation. *International Journal of Remote Sensing*, 27(14), 3035–3040.
- Korotaev, H. K., Kudriavtsev, V. N., Suetyn, V. S. et al. (1999). Dystantsyonniye metody nabliudeniya okeanov y morei. *Novi metody v aerokosmichnomu zemleznastvi* (pp. 27–41). Kyiv.
- Lyalko, V. I., Popov, M. O. (Eds.). (2006). *Multispectral methods for remote sensing of the Earth in the problems of nature management*. Kyiv: Naukova Dumka (in Ukrainian).
- Lyalko, V. I., Popov, M. O. (Eds.). (2017). *Novel remote sensing methods for minerals prospecting*. ISBN 978-966-02-8295-7 (electronic publication). Kyiv (in Ukrainian).
- Popov, M. A., Stankevich, S. A., Arkhipov, A. I., Titarenko, O. V. (2018). About possibility of hydrocarbon deposit remote detection using computer assistance. *Ukrainian journal of remote sensing*, 5(16), 34–40. DOI: <https://doi.org/10.36023/ujrs.2018.16.119>. (in Russian).
- Rock, B. N. (1985). Vegetation response to geochemical stress: an overview. *Surface and near surface geochemical methods in petroleum exploration*. Special publication № 1.
- Saeid Asadzadeh, Carlos Roberto de Souza Filho. (2017). Spectral remote sensing for onshore seepage characterization: A critical overview. *Earth-Science Reviews*, 168, 48–72. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2017.03.004>.
- Saunders, D., Terry, S. (1985). Onshore exploration using the new geochemistry and geomorphology. *Oil and Gas Journal*, 83(37), 126–130.

SYSTEMATIZATION OF NATURAL FACTORS THAT DETERMINE CHANGES IN SPECTRAL SIGNATURES OF LANDSCAPE FEATURES ABOVE HYDROCARBON DEPOSITS ONSHORE AND ON THE SHELF

O. I. Arkhipov, O. V. Sedlerova, T. A. Yefimenko, A. D. Bondarenko

State Institution “Scientific Centre for Aerospace Research of the Earth of the Institute of Geological Science of the National Academy of Sciences of Ukraine”, Olesia Honchara Str., 55-b, Kyiv, 01054, Ukraine

The article is devoted to the topical problem - the selection of optical anomalies of landscapes over deposits of hydrocarbons, which are caused by various natural factors, and the systematization of these factors. Creating remote sensing methods and technologies to solve various oil and gas -searching problems in different geological and landscape conditions requires a deep physical substantiation of patterns of formation on the daily surface of a useful signal from the deposit of hydrocarbons, which can be registered with aerospace sensors. It is known that the optical field of the landscape is due to the reflective characteristics of its individual elements - soils and vegetation. The change in these characteristics under the action of various environmental factors is traced, and a conceptual model is substantiated, which establishes cause and effect relationships between factors of optical anomalies and resulting signals that are recorded by remote and ground methods in the optical range. The article is devoted to the analysis and systematization of environmental factors that are most informative and determine the presence of optical anomalies over hydrocarbon deposits.

Keywords: natural factors (static, dynamic), spectral signatures, optical anomalies, geofluid dynamic and neotectonic processes.

*Рукопис статті отримано 18.07.2024
Надходження остаточної версії: 10.03.2025
Публікація статті: 30.03.2025*