



<https://doi.org/10.36023/ujrs.2022.9.4.224>

УДК 553.981.2:528.88

Оцінка газоперспективності ділянок Ливенської площі за матеріалами космогеологічних досліджень

О. І. Архіпов, О. В. Титаренко*, Т. А. Єфіменко

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

Потреби економіки України у споживанні нафти та газу поки що не зменшуються, навпаки, у зв’язку з бойовими діями на сході країни, зростають, тому для нашої країни існує гостра потреба у збільшенні енергетичних ресурсів. У зв’язку з цим необхідно прискорити процеси розвідки покладів вуглеводнів. На сьогодні, як і раніше, найперспективнішою ділянкою для пошуку нових родовищ нафти та газу залишається Дніпровсько-Прип’ятська нафтогазоносна провінція, зокрема Дніпровсько-Донецька западина (ДДЗ). Стаття присвячена актуальній проблемі прогнозування нафтогазоперспективних об’єктів на суходолі за допомогою аерокосмогеологічних методів. На Ливенській площі в процесі апробації запропонованої технології виділено першочергові об’єкти, які рекомендовано для постановки детальних сейсмозондувальних робіт. Результати бурових робіт у межах цих об’єктів дають змогу стверджувати про високу достовірність наданих прогнозів.

Ключові слова: нафтогазоносність, поклади вуглеводнів, оптична аномалія, спектральний контраст, матеріали дистанційного знімання, геолого-геофізичні та аерокосмічні дані, нафтогазоперспективність, неотектонічні блоки, морфометричні дослідження, структурне дешифрування.

© О. І. Архіпов, О. В. Титаренко, Т. А. Єфіменко

Вступ

Однією з головних проблем нафтогазової промисловості України є підвищення геологічної ефективності нафтогазопошукових і розвідувальних робіт, скорочення витрат на їх проведення, переважно за рахунок скорочення кількості “порожніх” свердловин. Тому важливого значення набуває вдосконалення існуючих методів і технологій нафтогазопошукових робіт, які дадуть змогу більш оперативно та ефективно вирішувати завдання з пошуку покладів вуглеводнів на суходолі.

Протягом декількох років у Науковому центрі аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України (ЦАКДЗ) розробляється супутникова технологія прямого пошуку покладів вуглеводнів (ВВ) на суходолі. Нині зазначені наукові дослідження доведені до ступеня практичної реалізації. Технологія розглянута і затверджена на розширеному засіданні Президії НАН України 7.07.1999 р., де брали участь представники Міністерств і підприємств ПЕК України, і входить до переліку затверджених НТР “НАН України – паливно-енергетичному комплексу України” за 1999 р. за № 29. Ця розробка захищена патентом на винахід під назвою “Мультиспектральний структурно-польовий спосіб прогнозування покладів нафти і газу” (Перерва В. М, 2004) та включена до

Каталогу перспективних для впровадження науково-технічних розробок НАН України за 2017 рік. Однак, поряд із цілою низкою переваг цього способу (висока достовірність прогнозів, що підтверджені бурінням, оперативність отримання результатів, низька собівартість), йому притаманні деякі обмеження, а саме: необхідна наявність однорідної рослинності, недовготривалість строків вегетації більшості її видів, залежність оптичних характеристик рослин від багатьох додаткових факторів, відсутність специфічності реакцій більшості видів рослин на ендегенні або техногенні фактори, відсутність даних про глибину залягання покладів вуглеводнів. Отже, маємо часову і просторову обмеженість у використанні цього способу. Тому виникає потреба в комплексному застосуванні фітоіндикаційних та інших методів для отримання більш достовірної інформації при розв’язанні нафтогазопошукових завдань (Перерва В. М, 2000).

Основна мета дослідження – розробка методів і технологій для прогнозування наявності покладів вуглеводнів і простеження їх контурів у різних геологічних та ландшафтних умовах на суходолі. Для цього необхідно розв’язати низку методичних завдань, а саме:

удосконалення алгоритму виділення оптичних аномалій над покладами ВВ за результатами дистанційного зондування та наземних завіркових фотометрувань;

*E-mail: olgatitarenko66@ukr.net

реєстрація оптичних аномалій ґрунтів над покладами ВВ дистанційними та наземними методами;

розробка комплексних спектральних параметрів для виділення оптичних аномалій рослинного та ґрунтового покриву над покладами ВВ.

У межах Ливенської площі за даними детальних структурно-геоморфологічних досліджень, структурного дешифрування та аналізу оптичного поля ландшафтів за багатозональними космічними зображеннями як приклад виділено першочергові об'єкти для постановки детальних сейсмозвідувальних робіт з метою отримання додаткової інформації про наявність або відсутність покладів ВВ в умовах південної прибортової зони Дніпровсько-Донецької западини, де глибини залягання продуктивних горизонтів від 1200 до 2500 метрів.

Матеріали і методи дослідження

Вхідні дані для проведення досліджень:
 топографічні і структурні карти різного масштабу та деталізації з елементами топоприв'язки;
 промислові дані (на основі даних буріння);
 схеми розташування проектних свердловин;
 дані багатоспектрального космічного знімання матеріали радарного топографічного знімання (SRTM);
 відомості про рослинний покрив (наявні фації, їх однорідність, розміри, щільність рослинного покриву);
 первинні матеріали наземних завіркових досліджень;
 екологічний стан району досліджень.

Дослідження орієнтовані на використання даних багатозонального (гіперспектрального) космічного знімання в діапазоні 500–900 нм, що відповідають зеленій, червоній і ближній інфрачервоній зонам спектра. Це пояснюється тим, що з'являється додаткова розпізнавальна ознака об'єктів – спектральний розподіл їхньої яскравості. Чим вужчі зони спектра і чим більша кількість їх використовується, тим більш тонка спектральна структура поля яскравості, що спостерігається, реєструється багатозональною камерою і тим більша кількість станів об'єктів можна відрізнити один від одного.

Методи дослідження

Дані про природу аномалій типу “поклад” свідчать про те, що універсального прямопошукового методу не існує. Більш того, один і той самий метод, залежно від формаційного фону, тектоно-гідрогеодинамічного й геотермодинамічного режиму нафтогазоносності, морфогенетичних особливостей пасток, фазово-геохімічних особливостей покладів та їхнього віку, має різне прямопошукове значення (Лукин А. Е., 2004). Відомо, що в процесі нафтогазопошукових робіт за допомогою будь-яких методів вирішуються **два основні завдання: перше** – це пошук (визначення) потенційних пасток (колекторів), що слугують резервуарами покладів вуглеводнів, та **друге** – визначення наявності вуглеводнів у цих пастках. Тому, як і інші автори, для підвищення достовірності аерокосмогеологічних прогнозів використовуємо матеріали, які отримані за допомогою різних методів, що дають змогу вирішувати обидва завдання (Табл. 1).

Таблиця 1. Комплексування методів отримання первинної інформації для вирішення нафтогазопошукових завдань на суходолі

Провідна організація	Завдання, що вирішуються				
	Виділення структур		Прогнозування продуктивності пасток		
	Види досліджень (знімання)				
	Сейсмічні	ДЗ (Структуро- метричні)	Геохімічні	Геофізичні	Фотоіндикаційні ДЗ, НД
ЦАКДЗ ІГН НАНУ, Київ		+	газова, газортутна, літогеохімічна, фітогеохімічна	геотемпер. (ДЗ, НД)	фотометрування рослин та ґрунтів
ІГН НАНУ, Київ		+	газова	геотемпер.	
Ін-т геології і геохімії горючих копалин, Львів			Eh, pH, газова, ртутна	радіонукл. геотемпер.	
ЦНДЛ «Укрнафта» І.Франківськ			газова		
Північно-Східний НЦ НАНУ, Харків			газобіохімічна літогеохімічна фітогеохімічна		
Core-Sober AT «Росгеофізика» W.L.Core Associates Inc (США)			біохімічна, газова		
Sputnic Prospecting (Россія) - структурометр. метод - технологія PRONG - розробки групи В. Гоха	+	+	гідрогеологічна		

Продовження Таблиці 1

НПШнафта, м. Волгоград		+	гідрогазобіохімічна газобактеріальна газометрична		
ЗАО НДЦ «Юрайнафтогаз»	+		газова, літогеохімічна - рН, Eh-бітуминозна мікробіологічна ізотопна C13	р/а порід електр. акустич. геотемпер.	
Якутський держуніверситет				геотемпер. по вічній мерзлоті	
ВНДКАМ м. Санкт-Петербург		+	літогеохімічна, метод рухливих форм	магнітна сприйнятливість	

Для обробки матеріалів дистанційних та наземних досліджень з метою виділення аномалій типу “поклад” над покладами ВВ, залежно від геологічних та ландшафтних умов, у ЦАКДЗ використовують цілу низку відомих методів (способів) або авторських розробок:

використання комплексних спектральних параметрів (вегетаційних індексів);

метод спектральних контрастів (*авторська розробка*);

факторний аналіз;

метод міждисциплінарної інтеграції аерокосмічної та наземної інформації і системного підходу (*авторська розробка*);

використання “положення червоного краю”;

апарат нечітких множин та нечіткої логіки;

метод фрактальної селекції;

метод множинної регресії;

статистичний поділ спектрограм за допомогою інформаційної дивергенції Кульбака–Лейблера;

корелограма спектрів відбиття;

метод варіабельності узагальнених розмірностей спектрів рослинного покриву (*авторська розробка*).

Важливою перевагою нашого підходу при обробці дистанційних і наземних даних є орієнтація на кількісну оцінку зміни характеристик рослин і ґрунтів над покладами ВВ, що значною мірою дає змогу виключати суб’єктивний фактор на різних етапах досліджень, а також використовувати комп’ютерні технології та сучасний математичний апарат.

Результати досліджень

Основними геологічними завданнями, які розв’язувалися донедавна за дистанційними даними у ДДЗ у виробничому режимі, були: вивчення розривних порушень, блокових полів і оцінювання їх неотектонічної активності, виявлення локальних неотектонічних аномалій, з якими пов’язані нафтогазопозукові об’єкти різних морфогенетичних типів, а також деякі інші завдання (Перерва В. М., 2002). Наші дослідження орієнтовані на розробку прийомів і методів прогнозування нафтогазоперспективності ділянок суходолу.

Теоретичні передумови досліджень базуються на таких положеннях:

формування аномалій у висотному полі ландшафтів пов’язане з аномальним характером новітніх і сучасних вертикальних рухів земної

поверхні над покладами ВВ (Перерва В. М., 2002). При цьому корисний сигнал про поклади ВВ міститься як в інформації про гіпсометрію рельєфу, так і в особливостях його малюнка;

фізіологічний стан рослин і їхні оптичні характеристики, а також оптичні характеристики ґрунтів, визначаються сукупністю факторів навколишнього середовища (Архіпова Т. О., 2004). Такими факторами є геологічні структури, а також геофізичні, геохімічні та біохімічні поля над покладами ВВ;

зміна оптичних характеристик рослин та ґрунтів може бути зареєстрована аерокосмічними і наземними методами (Перерва В. М., 1999).

Встановлено, що над покладами ВВ контрасти різних геофізичних геохімічних і біохімічних параметрів відносно фону досягають значних величин. Так, на Шебелинському газоконденсатному родовищі вони становлять: 5,6÷4,3 – для метану; 3,2÷2,3 для важких ВВ; 6,9÷40 – для CO₂; 4,1 – для вуглеводородокисних бактерій; 1,1 – для температури; 4 – для показника електропровідності та інші. Змінюються також концентрація хімічних елементів (2÷10), рН, Eh, гравітаційні та магнітні поля. Тому над покладами ВВ фізіологічний стан рослинності зазнає змін, що проявляються у вигляді оптичних аномалій. Для їх реєстрації традиційні методи непридатні (Жуков Б. С., 1987) Різниця яскравості між аномальними ділянками і фоном при зніманні в широкому діапазоні спектра (400–900 нм) настільки мала, що не перевищує порога контрастної чутливості існуючих систем індикації та реєстрування. Постає завдання пошуку можливостей виділення малокоонтрастних локальних ділянок.

Дослідження рослин в лабораторних і польових умовах показують, що вони адекватно реагують на зовнішні фактори середовища (Левчик О. І., 2002): змінюється тургор, зменшується або зовсім припиняється вироблення хлорофілу, що призводить до зміни морфології рослинного покриву і його складу. У видимій області спектра (0,4–0,75 мкм) оптичні характеристики рослинності загалом залежать від поглинання радіації хлорофілом, в ближній ІЧ-зоні (0,75–1,3 мкм) – від особливостей гістології листя, в середній ІЧ-зоні спектра (1,3–2,6 мкм) – від особливостей водопостачання рослинності. Отже, фізіологічні зміни впливають на зміни оптичних характеристик рослинного покриву (спектрів відбиття і флуоресценції, індикатрис розсіяння).

У різних регіонах України, ближнього та далекого зарубіжжя співробітниками ЦАКДЗ було досліджено більш ніж 30 видів трав'янистих і дерев'яних рослин над покладами ВВ, які залягають на глибинах від 1500 (Волго-Уральська НГП) до 5000 м (ДДЗ Україна, ОАЄ). Встановлено, що практично всі види рослин в тому чи іншому ступені є індикаторами наявності покладів вуглеводнів.

Оскільки рослини мають обмежені строки вегетації, а в окремих районах вони відсутні, як індикатори покладів ВВ можна використовувати зміни характеристик не лише рослин, але і ґрунтів, які обумовлені наявністю покладів ВВ. Факт таких змін доведений (Кузнецов О. А., 1987).

Запропонована нами технологія (Рис. 1), орієнтована на вивчення відбивних характеристик рослинності і ґрунтів, фізично обґрунтована, пройшла апробацію як на еталонних ділянках (Архипова Т. А., 2003), так і у виробничому режимі в різних геологічних та ландшафтних умовах. Вона може бути застосована на підприємствах та в організаціях, які виконують прогнозування та здійснюють пошуки покладів вуглеводнів на суходолі. Окремі елементи методики можна адаптувати для вирішення низки екологічних, сільськогосподарських завдань та завдань лісового господарства.



Рис. 1. Технологія обробки результатів дистанційних та наземних фотометрувань

У процесі комплексного аналізу результатів структурного дешифрування матеріалів аерокосмічних знімачів, морфоструктурного аналізу топографічних карт різного масштабу, усієї апріорної геологічної і геофізичної інформації про район досліджень отримуємо уявлення про його блокову будову, а також виділяємо локальні структури (якщо такі наявні). Далі, у процесі цифрової обробки матеріалів багатозонального аерокосмічного знімання, над локальними структурами виділяються оптичні аномалії рослинного покриву та ґрунтів. Під час проведення наземних робіт, вздовж окремих маршрутів, ці аномальні ділянки вивчаються методами фітоіндикації, магнітометрії, геохімії та ін. Основна мета наземних досліджень – завірка результатів дистанційних вимірювань. У процесі спільної інтерпретації результатів дистанційних і наземних

досліджень складаються картосхеми масштабу 1:10000–1:50000, на які нанесено контури прогнозних об'єктів, які, за нашими дослідженнями, перспективні на поклади ВВ, а також текстуальні обґрунтування до них (Табл. 2).

Для оцінювання газоперспективності ділянок Ливенської площі, як первинні матеріали, використовувались відкриті супутникові дані, отримані з архівів Геологічної служби США (USGS) – Landsat, SRTM та ASTER (Terra).

Тектонічна будова. Для оцінювання ефективності використання цієї технології для вирішення нафтогазопрошукових завдань обрано Ливенську площу. Вона розташована в межах центральної частини південної прибортової зони ДДЗ, яка безпосередньо на цій площі огинає локальний виступ схилу кристалічного фундаменту

(Товстюк З. М., 2015). Глибина його залягання, за даними кореляційного методу заломлених хвиль, коливається в межах 3–6 км, стрімко зменшуючись в бік південного борту до 1–2 км. Поверхня кристалічного фундаменту в межах прибортової зони

площі розбита серією поздовжніх скидів на вузькі протяжні блоки, що занурюються в бік западини і до яких в осадовому чохла приурочені пологі структурні форми.

Таблиця 2. Результати використання супутникової технології пошуку покладів вуглеводнів на суходолі, 1992–2022 рр.

Країна		Україна				Росія	OAE	Всього
Об'єднання		ПАТ Укрнафта	ПАТ Укргазвидобування	КГВ Укр ДГРІ	ДП Крим геологія	ВО Урайнафтогаз ВО Татнафта ВО Пермнафта	NAFTOGAZ Middle East L.L.C	
Площі, що перевірені бурінням		17	11	1	1	16	1	47
Всього об'єктів, що перевірені бурінням		42	31	1	1	16	1	92
Завдання, що вирішуються	Ранжування об'єктів	5/1 (0,83)	3/–	–	–	14/2 (0,88)		22/3 (0,88)
	Уточнення ВНК, ГВК	12/2(0,86)	3/–	–	–	–		15/2 (0,88)
	Виділення прогностично-перспективних об'єктів	18/4 (0,82)	21/4 (0,82)	1/–	1/–	–	1/–	40/8 (0,83)

Умовні позначення: 19/4 (0,82) – підтверджено бурінням / не підтверджено бурінням (у дужках – коефіцієнт ефективності).

Для осадового чохла характерна фаціальна мінливість нижньовізейських та верхньодевонських відкладів, численні розмиви, перерви в осадонакопиченні. Значний вплив на формування структури має соляна тектоніка.

Вперше Ливенська структура була виявлена у 1965 році, як перегин шарів у серпухівських відкладах. Вона зафіксована і по покрівлі нижньовізейських відкладів нижнього карбону (відбивальний горизонт V_{B3}) (рис. 2 б) та має вигляд брахіантиклинальної складки, яка ускладнена тектонічними порушеннями.

За відбивальним горизонтом V_{B1} (підосва верхньосерпухівських відкладів нижнього карбону) Ливенська структура в цілому повторює структурно-тектонічні елементи нижньовізейських відкладів, але є більш пологою (рис. 2 в). У верхній частині осадового комплексу в підосві середнього триасу певнено виділяється горизонт відбиття.

Нафтогазоносність. Центральна частина південної прибортової зони ДДЗ, у межах якої знаходиться Ливенська площа, є одним з перспективних у нафтогазовому відношенні районів Дніпровсько-Донецької западини. Поклади нафти і газу пов'язані з девонськими, нижньокам'яно-вугільними та середньокам'яно-вугільними відкладами.

Результати структурно-геоморфологічного аналізу. Детальні космогеологічні дослідження включали структурно-геоморфологічний аналіз сучасного рельєфу, структурне дешифрування матеріалів космічного знімання з метою виділення лінементів та їх зон, вивчення оптичних характеристик рослинного покриву та ґрунтів. У рельєфі територія дослідження розташована в межах ІV надзаплавної тераси р. Ворскла (Волков Н. Г., 1981), яка характеризується рівною поверхнею з

поодинокими, неглибоко врізаними в її поверхню правосторонніми притоками ріки Орель. Залежно від структурного положення плановий рисунок долин цих річок різко змінюється.

У сучасному рельєфі “намюрській” складці відповідає ерозійний останець. Цей ерозійний останець можна інтерпретувати як неотектонічне підняття над опущеним блоком, який в башкирському віці почав підніматися, а в палеогені тут сформувалося підняття (Рис. 2 д).

Ливенська складка, на наш погляд, завдяки неотектонічній активізації соляного тектогенезу, позначилася на особливостях будови сучасного рельєфу. Ріка Суха Маячка при підході до структури змінює своє простягання з субширотного на субмеридіональне, обходячи її по західному крилу. При цьому, в межах більш припіднятого північного блоку річка робить глибоко врізану меандру, обходячи цей блок із заходу. В рельєфі цього блоку відповідає підвищення абсолютних відміток на 1,2–1,5 м.

Ливенська складка ускладнена серією різноспрямованих лінементів, які фрагментами збігаються з глибинними розломами субширотного та північно-західного простягання (Рис. 2 ж, 2 з).

За даними дешифрування на північ від вузла розломів у районі св. № 19НМ виділяється неотектонічний блок, амплітуда якого вище на 4,5 м від прирозломного східного блоку (св. № 17), окресленого ізогіпсою – 1550 м (горизонт V_{B3}). За сейсмоматеріалами цьому блоку відповідає прирозломна припіднята верхня частина блоку в межах ізогіпс по V_{B3} – 1950–2000 м.

Південно-східний блок, що межує із Західно-Шедіївською структурою, за даними ДЗЗ, відокремлений від південного склепіння структури зоною лінементів північно-східного простягання.

Блок фіксується з півдня дугоподібним плановим рисунком долини р. Суха Маячка, що в пригірловій частині повертає на північ, залишковою додатною формою рельєфу в долині річки з відносною амплітудою до 3 м.

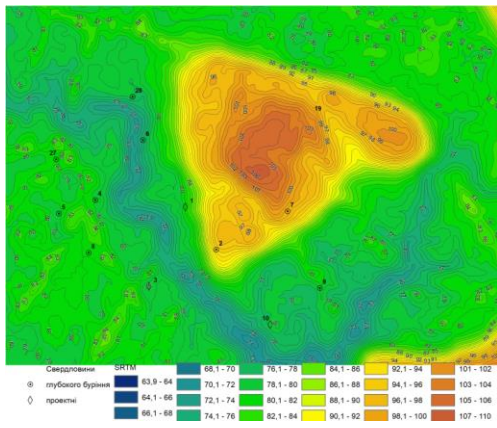
Південно-східніше цього блоку за розломом (рис. 2 і), на північно-східній околиці с. Ливенське фіксується неотектонічний блок (розширення I надзаплавної тераси р. Маячка, розтягування схилу тераси, незмінність абсолютних відміток поверхні тераси). За геофізичними даними по горизонту V_{В3} – тут фіксується достатньо крута моноκлиналь, а по горизонту V_{В1} та T – поступове підняття горизонтів V_{В1} та T до Зах.-Михайлівської структури і знаходження тут окремих блоків цілком вірогідно. Те ж саме стосується і неотектонічного блоку, що розташований на північно-західній околиці с. Ливенське.

У межах південно-західного блоку, крім відомих розломів, що відображаються в рельєфі лише

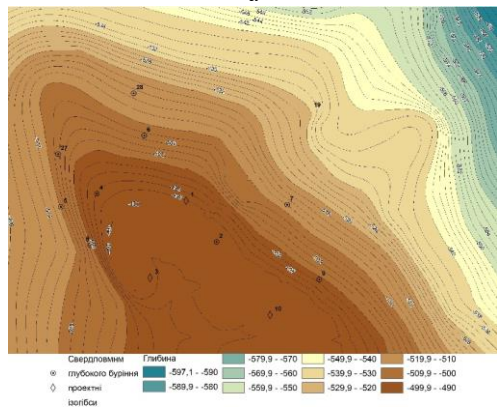
фрагментами (серія орієнтованих мікрозападин) виділяються субширотні та субмеридіональні лінеamenti. Блок фіксується в рельєфі по мікрозападинах.

Між Ливенською та Чапаївською структурами по V_{В3} фіксується неотектонічна аномалія в межах тріасового склепіння Чапаївської структури. Тут виділяється серія поздовжніх і поперечних лінеamentів.

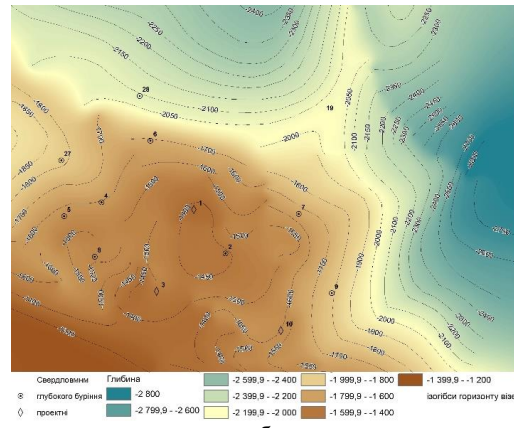
На основі морфоструктурного аналізу топографічних карт різного масштабу та структурного дешифрування матеріалів аерокосмічних зніманих побудовані карти вертикального розчленування рельєфу (Рис. 2 є), геопросторової щільності лінеamentів (Рис. 2 ж), зон лінеamentів (Рис. 2 з) та розломів (Рис. 2 і). Крім того, створені карти базисних поверхонь рельєфу 4 порядку за даними порядків водотоків (Рис. 2 к).



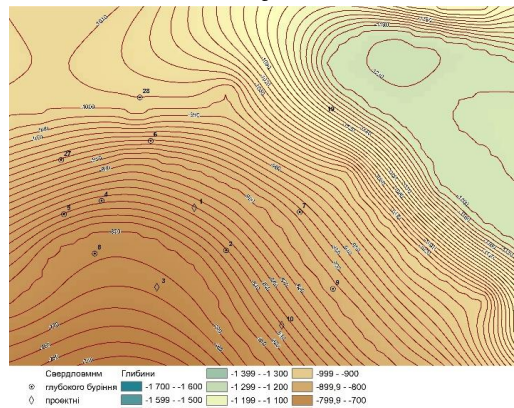
а



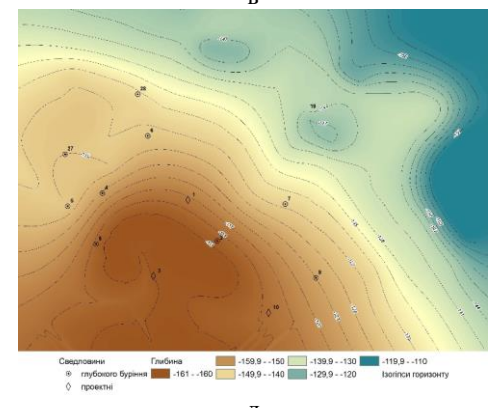
б



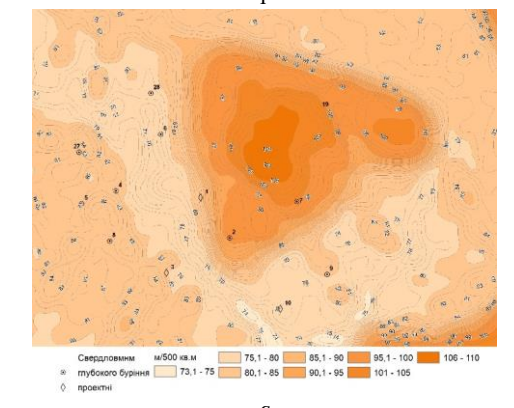
в



г



д



е

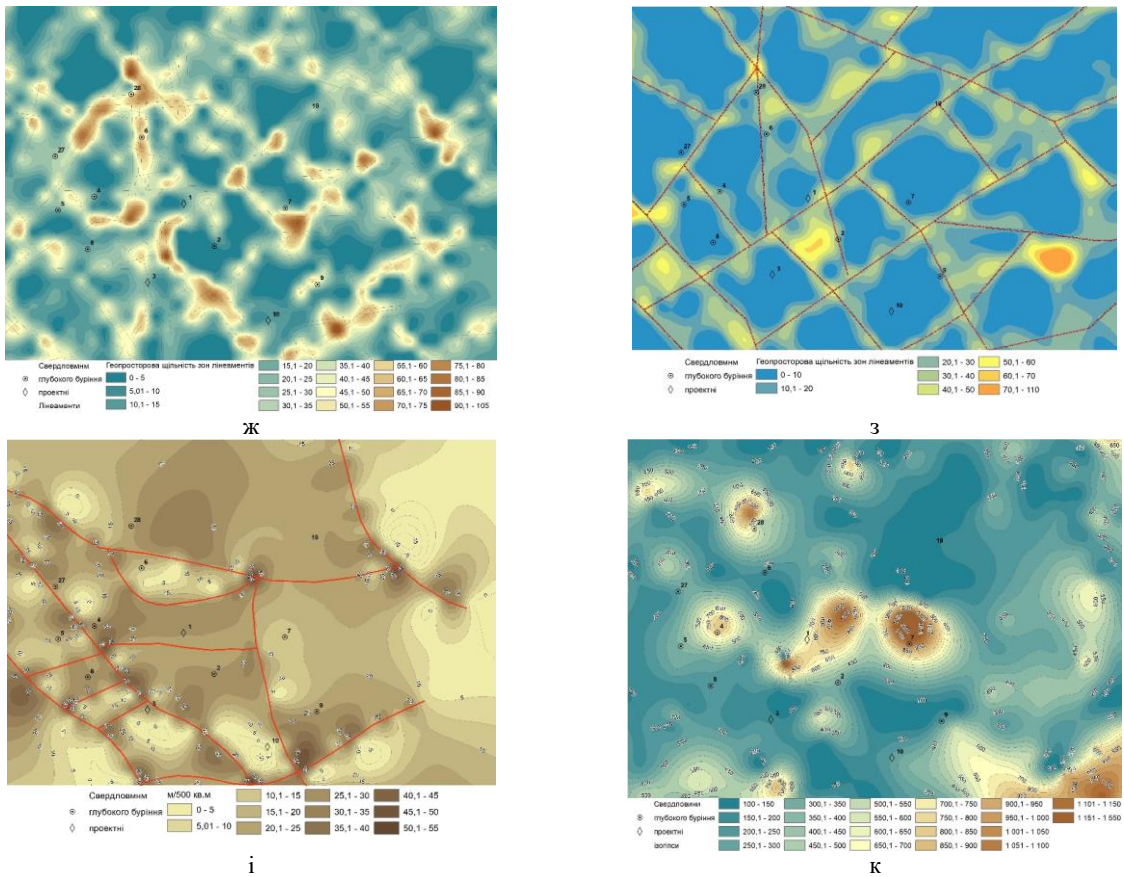


Рис. 2. Морфоструктурний аналіз Ливенської площі: а – SRTM, б – поверхня V_{33} , в – поверхня пермських відкладів, г – поверхня серпуховських відкладів, д – поверхня юрських відкладів, е – схема вертикального розчленування рельєфу, ж – геопросторова щільність лінеаментів, з – геопросторова щільність зон лінеаментів, і – геопросторова щільність розломів, к – базисні поверхні рельєфу 4 порядку

Враховуючи результати структурного дешифрування матеріалів космічних знімачів та морфоструктурного аналізу території дослідження, отримуємо уявлення про його блокову будову, а також виділяємо локальні структури (Рис. 3).



Рис. 3. Схема розломно-блокової тектоніки Ливенської площі

Умовні позначення: свердловини: 1 – глибокого буріння, 2 – проєктні, 3 – ізогіпси відбивного горизонту V_{33} , 4 – крайове порушення по відбивному горизонту III (Т), 5 – крайове порушення по відбивному горизонту V_{33} , 6 – глибинні розломи по відбивному горизонту V_{33} , 7 – внутрішньоблокові лінеаменти та їх зони, 8 – міжблокові лінеаменти та їх зони, 9 – відомі

неотектонічні підняття над глибинними структурами, 10 – прогностичні неотектонічні підняття, контури умовно перспективних ділянок (Багрій І. Д., 2003): 11 – впевнені, 12 – невпевнені.

Вивчення оптичного поля ландшафту. Метою досліджень в камеральних умовах є виділення оптичних аномалій елементів ландшафту, які можуть бути генетично пов'язані з покладами вуглеводнів (Перерва В. М., 1995). Практика фотометрування матеріалів космічного знімання показує, що відносні розбіжності у відбивній та емісійній здатності різних типів гірських порід, ґрунтів і рослинних груп можуть бути використані при ландшафтних дослідженнях, складанні тематичних карт, виділенні інформативних ознак для визначення стану рослинності, зміни хімічного складу ґрунтів, гірських порід і т.д. Розбіжності зональних яскравостей в окремих діапазонах видимого та ближнього інфрачервоного електромагнітного випромінювання застосовуються нами як для синтезування зображень із підвищеним контрастом для виділення об'єктів, так і при числовій обробці даних знімання.

На Рис. 4 запропонована схема алгоритму обробки матеріалів дистанційного зондування з метою виділення оптичних аномалій типу "поклад" на Ливенській площі. В процесі обробки даних, який спрямований на одержання кількісних значень

відбивних характеристик денної поверхні Землі, вирішуються такі завдання:

радіометрична корекція багатоспектральних знімків (БЗ);

атмосферна корекція багатоспектральних БЗ;

сегментація багатоспектральних БЗ на спектральні класи – тематичний шар інформації;

топографічна прив'язка структурної карти, нанесення маркерних міток, прогнозних та діючих свердловин, а також інших опорних об'єктів;

нанесення профілів фотометрувань з урахуванням геологічної будови дослідженої території та апіорної інформації;

фотометрування багатоспектральних БЗ вздовж профілів і збереження отриманих масивів даних в матричному вигляді для подальшої статистичної та математичної обробки і аналізу.

Особливе значення при виділенні оптичних аномалій має сегментація (класифікація) БЗ на спектральні класи, які в багатьох випадках збігаються з інформаційними класами, що мають визначений зміст (види сільськогосподарських культур, основні категорії землекористування, типи ґрунтів, літофаций та інше).

Профілі, вздовж яких вимірюються спектральні яскравості, наносяться у векторному шарі, який має топографічну прив'язку до растрового зображення, отже, і до класифікованого зображення (тематичний растровий шар). У цьому ж векторному шарі нанесені елементи структурної карти, свердловини та інші опорні об'єкти.

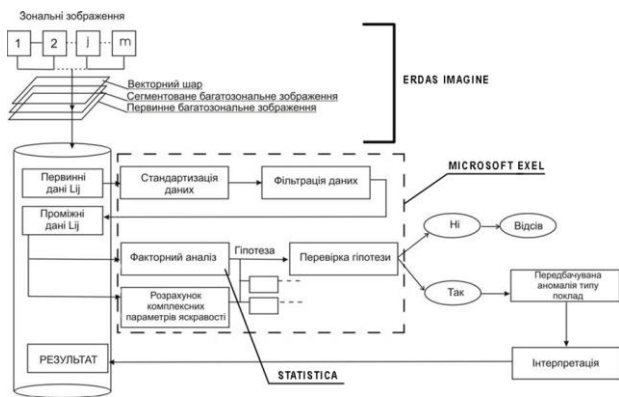


Рис. 4. Технологічна схема обробки даних ДЗ з метою виявлення оптичних аномалій типу “поклад”

Відомо, що спектральні ознаки L_{ij} є випадковими величинами, які розподілені нормально з кінцевою дисперсією і можуть корелювати між собою, внаслідок їх лінійної залежності від певної кількості показників.

Статистична обробка даних вимірювання спектральних характеристик L_{ij} об'єктів, де i – номер об'єкта (точки профілю), j – номер спектральної ознаки, полягає в розрахунку середніх значень

$$\bar{L}_j = \frac{\sum_1^n L_{ij}}{Ln};$$

стандартних відхилень σ вибірок по профілях для кожної зони спектра,

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_1^n (\bar{L}_j - L_{ij})^2}{n-1}}$$

стандартизації (нормуванні) даних і їх фільтрації за критерієм $(0,5-3) \sigma$

$$\hat{L}_{ij} = \frac{\bar{L}_j - L_{ij}}{\sigma_{ij}}.$$

Як бачимо з Рис. 5, для попередньої обробки спектральних характеристик ми використовуємо факторний аналіз. Розрахунки значень факторів в кожній точці профілю, F_{ij} , виконується за допомогою стандартного програмного пакета “Statistica”, версія 5.0. Результати розрахунків подаються у вигляді таблиць, графіків або систем ізоліній, залежно від завдань, що вирішуються.

З досвіду вирішення завдань розпізнавання образів відомо, що часто основна інформація про об'єкти міститься не в окремих ознаках, а в різноманітних сполученнях ознак (Авлиани Г. В., 1988). У практиці дистанційного зондування широко використовуються найрізноманітніші комбінації спектральних (зональних) яскравостей, які є одновимірними комплексними спектральними дешифрувальними ознаками P_i . Стосовно рослин їхня інша назва – вегетаційні індекси (Выгодская Н. Н., 1987). Використання таких ознак спрощує математичні обчислення, що виконуються класифікатором при вирішенні завдань розпізнавання образів. Крім того, до позитивних якостей комплексних спектральних ознак слід віднести:

підвищену чутливість до ряду найважливіших біометричних характеристик рослинних покривів;

компактність вираження інформації, одержаної в декількох спектральних каналах;

зменшення або повний виняток ахроматичних шумових впливів деяких факторів на характеристики яскравостей об'єктів, що досліджуються. Так, відомо, що зміна вологості ґрунту, освітленості ділянок, що фотометруються, кута спостереження і деяких інших характеристик навколишнього середовища та параметрів знімання змінюють рівень яскравості, але практично не змінюють спектральний склад відбитого випромінювання. Всі значення r_{λ} або функції r_{λ} одержують деякі практично постійні зміни $\pm \Delta r_{\lambda}$. Тому комплексні ознаки, що являють собою різниці величин вихідних ознак, інваріантні до даних шумів. У ознаках, що виражаються відношеннями значень вихідних ознак, вплив шумових складових скорочується зі зменшенням абсолютних значень цих відношень.

Слід зазначити, що ознаки, які являють собою суму вихідних ознак або частку від ділення різниці на суму вихідних ознак, залежать від згаданих вище шумових складових. Тому їх варто використовувати тільки для аналізу інформації, що містить малий рівень шумів.

Таким чином, інформативність конкретних одновимірних спектральних ознак визначається видом фації, методом фотометрування, типом апаратури, яка використовувалась, геологічними і

ландшафтними умовами, де розташовані об'єкти, що досліджувались. Це підтверджується експериментальними дослідженнями оптичних характеристик рослинності та ґрунтів над еталонними родовищами ВВ в Західному Сибіру, Татарстані і Україні (ДДЗ, Крим).

Обробляючи матеріали багатоспектрального космічного знімання і наземних фотометрувань різних видів рослинності та ґрунтів на Ливенській площі, ми використовували низку одновимірних ознак, які наведені в Табл. 3.

Таблиця 3. Одновимірні комплексні ознаки, що використовуються в дистанційному зондуванні системи “ґрунт – рослинність”

	Комплексні спектральні параметри		Вид спектрометричної інформації		Запропонований	
	Формула	Назва	Яскравість	КСЯ	Автор	Рік
1	$G-R/G+R$		+	+		
2	R/G			+	Буннік	1978
3	BIR/R		+	+	Джордан	1969
4	а) $(BIR-R)/(BIR+R)=ND$ б) $(BIRP-R)/(BIRP+R)=VI$	нормалізована різниця, або нормалізований вегетаційний індекс	+	+	Роуз та ін.	1974
5	$TVI = \sqrt{VI + 0,5}$	трансформований вегетаційний індекс	+	+	Дірінг та ін.	1979
6	$BIR-G/BIR+G$			+	Буннік	”-
7	$G \cdot BIR/R$			+		1978
8	$(G-R)/(G+R) \cdot BIR$			+		
9	$\sqrt{G^2 + R^2 + IR^2}$		+	+	Архіпов Бусел	1993

Примітка: G, R, BIR – значення КСЯ (КЗЯ) або КСВ (КЗВ), відповідно, в зеленій, червоній і ближній ІЧ-зонах спектра.

Вимірювання зональних яскравостей проводились у видимій та ближній ІЧ-області спектра. Як тематичні шари в цьому випадку взяті синтезовані в умовних кольорах зображення, які дали змогу, після застосування операції сегментації, виділити однорідні фації. Профілі прокладені по однорідних ділянках рослинності та ґрунтів з урахуванням геологічної будови – вдовж і навхрест простягання геологічних структур. Однорідність виділених ділянок рослинності та ґрунтів (фільтрація даних) контролювалась за критерієм $(2-2,5)\sigma$, де σ – стандартне відхилення вибірки даних вздовж кожного профілю.

Схеми розташування профілів на космічних знімках на території Ливенської площі наведені на Рис. 5.

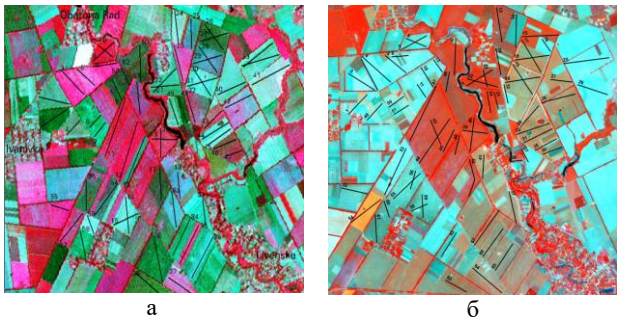


Рис. 5. Ливенська площа. Схема розташування профілів фотометрування на матеріалах багатоспектрального космічного знімання: а – космічний знімок Landsat; б – космічний знімок ASTER

Статистика дистанційних досліджень оптичного поля ландшафту Ливенської площі наведена в Табл. 4. За матеріалами знімання Landsat прокладено 59 профілів, загальна довжина яких становить ~67 км. За матеріалами знімання ASTER виміряні зональні яскравості вздовж 36 профілів, загальна довжина яких становить ~35 км.

Таблиця 4. Статистика дистанційних досліджень оптичного поля ландшафту Ливенської площі

Назва системи, носія	Фація	Кількість профілів	Кількість точок фотометрування
Landsat	ґрунт	35	1325
	рослинний покрив	24	911
Всього		59	2236
ASTER	ґрунт	20	1256
	рослинний покрив	16	1056
Всього		36	2313
Всього		95	4549

Як приклад, на рис. 6 а та 6 б, за результатами факторного аналізу, надані графіки зміни похідної інформаційної ознаки фактора $F1$ вдовж профілю 45 (північно-східна частина Ливенської площі), які пролягають по ґрунтовій поверхні, навхрест простягання геологічної структури і перетинають зону розломів між точками 22–28. Аналогічні графіки були побудовані для всіх профілів, які прокладено вдовж однорідних ділянок рослин або ґрунтів.

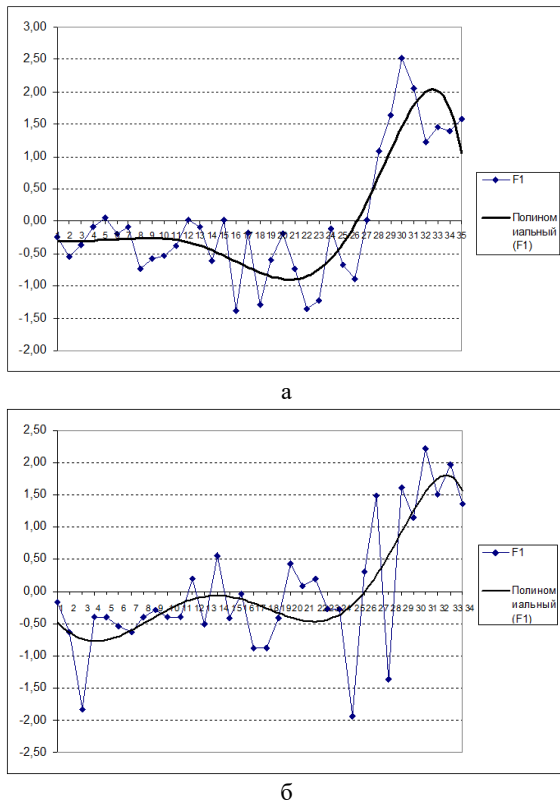


Рис. 6. Зміна інформативного параметра $F1$ на території Ливенської площі вздовж профілю № 45: а – за даними Landsat; б – за даними Aster

Після обробки усій отриманої інформації і розрахунків інформаційних ознак на кожному профілі виділені аномальні ділянки, які далі формували площадні аномалії. Вони зробили свої внески для прийняття рішень про аномальність ділянок, які виділені за даними морфоструктурного аналізу.

Принципова особливість методу спектральних контрастів (Перерва В. М., 2002) полягає в тому, що порівнюються ознаки і класи не у вигляді власних значень, а у вигляді відносних узагальнених контрастів між об'єктами дослідження та їх навколишнім фоном. Такий підхід дає змогу значно підвищити чутливість методу, позбутися шумових складових.

Наземні завіркові дослідження. У процесі польових досліджень на Ливенській площі обстежено 6 маршрутів загальною довжиною ~18 км, при цьому виконано більш ніж 6000 фотометрувань різного виду рослин. Найбільш представлені вибірки ясеня (~300 зразків), різних видів клена (більш ніж 400 зразків) та акації (270 зразків). Усі види цих рослин досліджувалися раніше на нафтогазових родовищах у Дніпровсько-Донецькій западині. Середня щільність спостережень за результатами тільки наземних досліджень ~7 точок на км². Профілі наземних маршрутів (червоні лінії) надано на Рис. 5 а.

Схеми обробки дистанційних і наземних фотометрувань ідентичні. Розбіжності полягають лише в характері обробленої інформації: при фотометруванні матеріалів багатоспектрального космічного знімання – це значення відносних

яскравостей відеозображень, які є функціями КЗЯ (коефіцієнт зональної яскравості – $r_{\Delta\lambda_i}$) у кожній точці фотометрування ($B_{\Delta\lambda_i}$) у трьох зонах спектра, а при наземному фотометруванні – значення КЗЯ ($r_{\Delta\lambda_i}$) або КЗВ (коефіцієнт зонального відбиття – $\rho_{\Delta\lambda_i}$) у восьми зонах спектра.

Отримана інформація розділяється на два потоки: з еталонних родовищ вона призначена для уточнення і формування бібліотек класів, а з об'єктів, що досліджувалися, – подається на формування характерних багатовимірних спектральних ознак (векторів) стану рослинного покриву в кожній точці фотометрування. Так, при вимірюванні КЗВ рослинності за допомогою контактного фотометра КФ-08, має вигляд $\rho\{\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_8\}$. Розмірність вектора дорівнює кількості спектральних каналів (зон), в яких виконувалася реєстрація.

Результати і обговорення

У результаті створення блокової будови Ливенської площі, вивчення оптичних характеристик елементів ландшафту за матеріалами багатоспектрального космічного знімання та наземних досліджень зібрано значний обсяг інформації для того, щоб прийняти рішення з рекомендації конкретних ділянок для постановки детальних сейсмічних робіт. Таку кількість інформації, яка є різною за своєю фізичною суттю та часом отримання, —приведено до єдиної системи координат за допомогою геоінформаційної системи (ГІС). У роботі з виділення перспективних нафтогазоносних ділянок використовуються численні й різноманітні за тематичним наповненням й масштабами картографічні матеріали. Тому для створення бази даних необхідно провести операції з геоприв'язки, оцифрування паперових карт, одержання й переведення електронних карт з різних джерел і форматів, перевірку відповідності систем координат шарів, і додавання до даних нових полів для запису результатів аналізу, щоб їх накладання пройшло коректно.

У дослідженні використані три настільних додатки ArcGIS – ArcMap, ArcCatalog й ArcToolbox, а також програмні модулі 3D Analyst, Spatial Analyst.

Для збору всіх даних в єдиній системі координат за допомогою ГІС була створена картографічна цифрова основа, що відповідає топографічним картам масштабу 1:100000 на ділянки дослідження.

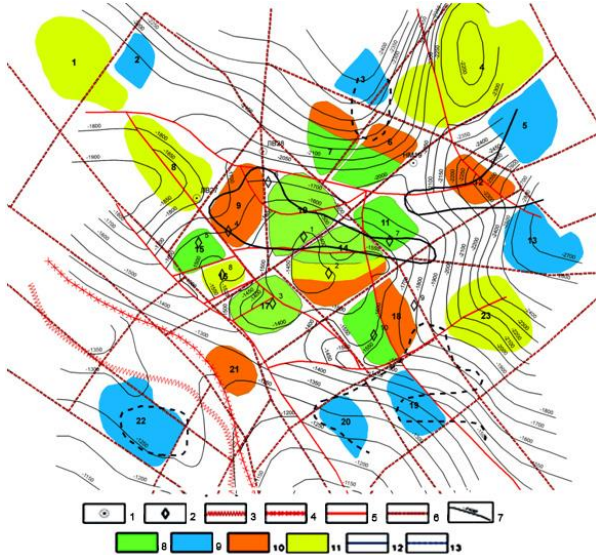
Для інтерпретації результатів досліджень створені інформаційні шари профілів, на яких проводилися дослідження оптичних характеристик вздовж наземних маршрутів. Всі дані зберігаються в базі геоданих і за потреби можуть бути доповнені різною інформацією для уточнення результатів.

У процесі роботи на Ливенській площі створені такі тематичні шари:

- існуючих та проектних свердловин;
- вимірів оптичних характеристик рослинного покриву;
- маршрутів наземних досліджень;
- ізоліній структурної карти по горизонту відбиття $V_{вз}$ з атрибутивними даними по глибині залягання;

лінеаментів та їхніх зон;
крайових порушень, розломів, неотектонічних підняттяв.

Комплексний аналіз результатів досліджень дав змогу виділити низку ділянок, перспективних для постановки детальних сейсморозвідувальних робіт. Разом з тим є ділянки, які потребують додаткових досліджень (Рис. 7).



Умовні позначення: свердловини: 1 – існуючі глибокого буріння, 2 – проєктні; 3 – крайове порушення по відбивному горизонту Т; 4 – крайове порушення по відбивному горизонту V_{B3} ; 5 – глибинні розломи по відбивному горизонту V_{B3} ; 6 – внутрішньоблокові лінеаменти та їх зони; 7 – ізогіпси відбивного горизонту V_{B3} ; 8 – ділянки, що рекомендовані для постановки першочергових детальних сейсморозвідувальних робіт; 9 – ділянки над прогностичними глибинними структурами, в межах яких необхідно провести додаткові дослідження; 10 – ділянки неперспективні; 11 – ділянки над відомими глибинними структурами, в межах яких необхідно провести додаткові дослідження; контури умовно перспективних ділянок (Багрій І. Д., 2003); 12 – впевнені, 13 – не впевнені

Рис. 7. Результати аерокосмічних досліджень на Ливенській площі

Висновки

У результаті детального оцінювання газоперспективності ділянок Ливенської площі за матеріалами космогеологічних досліджень найбільші перспективи пов'язуємо з неотектонічними підняттями, які виділені на північ від розлому, що розбиває Ливенську складку (відбивний горизонт V_{B3}) на два блоки – північний, з яким пов'язують перспективи нафтогазоносності, та південний. В межах неотектонічних блоків № 10, 11 (Рис. 7) та північної частини блоку № 14 зафіксовано впевнені оптичні аномалії, що являють, на нашу думку, АТП, які частково збігаються з геохімічною аномалією В одному ранзі з цими аномаліями оптичні аномалії в межах неотектонічних блоків № 15, 17, де по відбивному горизонту V_{B3} фіксуються малоамплітудні природні підняття неповного профілю.

В аналогічних структурних умовах розташований неотектонічний блок № 16, але в його межах було виконано недостатній обсяг дослідження оптичних характеристик рослинного покриву для оцінки його нафтогазоперспективності. На наш погляд, тут слід провести додаткові дослідження.

У межах неотектонічних блоків № 6, 7 (район намюрської Ливенської складки), та блоку № 22, що примикає з півдня до крайового порушення у вигляді слабо похилого структурного носу (V_{B3}), виділені оптичні аномалії аналогічні АТП, що виявлені в блоках № 10, 11, 14.

У зв'язку з відсутністю оптичних аномалій до малоперспективних ділянок віднесено блоки № 9, 12, 21, північні частини блоків № 6, 7, північно-східну частину блоку № 18 та південну частину блоку № 14.

У межах неотектонічних блоків (що виділені як над відомими локальними підняттями, так і над прогностичними № 1–5, 8, 13, 19, 20, 22, 23) проведено незначний обсяг аерокосмогеологічних досліджень, які свідчать про можливість виявлення оптичних аномалій при подальших детальних дослідженнях.

Оцінюючи оптимальність розташування проєктних свердловин на Ливенській площі, можна зробити такі висновки:

проєктні свердловини № 1, 3, 5, 7, 10 знаходяться в оптимальних умовах;

свердловини № 4, 6, 9 знаходяться не в оптимальних умовах;

свердловина № 2 розташована на межі аномальної ділянки локального підняття №14.

Слід звернути увагу на необхідність проведення трьох етапів аерокосмогеологічних досліджень. На першому етапі, завдяки структурно-геоморфологічним дослідженням, структурному дешифруванню матеріалів аерокосмічних знімків уточнюється розломно-блокова будова території досліджень та виявляються неотектонічні підняття, в межах яких рекомендується на другому етапі провести детальні камеральні дослідження з виявлення оптичних аномалій типу поклад та детальні польові завірково-калібрувальні дослідження третього етапу. Такий підхід дає змогу ефективніше провести детальні дослідження третього етапу тільки в межах ділянок, які, за результатами другого етапу, перспективні на пошуки ВВ.

Перспективи розвитку супутникових методик і технологій та шляхи їх вдосконалення вважаємо такими:

урахування не підтверджених пошуковим бурінням рекомендованих аномалій при доробці супутникової технології пошуку ВВ, аналіз і внесення коректив у технологію;

розробка методик, технологій дослідження розломів, зон тріщинуватості й оцінка їх флюїдопровідності;

доробка методики вивчення внутрішньої структури поля нафтогазоносності, виділення перспективних тектонічних блоків, зон літологічного й стратиграфічного вклинювання продуктивних горизонтів обріїв;

підвищення ролі аерокосмічної інформації й зниження ролі наземних досліджень із тенденцією

повного виключення їх із супутникових технологій в районах достатньої вивченості. Це дасть змогу значно скоротити строки досліджень (з 12 до 2–3 місяців), виключити фактор сезонності в дослідженнях.

Література

- Авлиани, Г. В. (1988) *Эвристические методы в распознавании образов*. Тбилиси: Мецниереба.
- Архіпова, Т. А. (2003) *Комплексование геохимических и фитоиндикационных методов при решении нефтегазопроисковых задач*. Тезисы Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых специалистов. 24–26 марта 2003 г. Саратов : СО ЕАГО-2003.
- Архіпова, Т. О. (2004) Попередні результати геохімічних та дистанційних досліджень ландшафтів при розв'язанні нафтогазопрошукових задач. *Пошукова та екологічна геохімія*, № 4. С. 77–80.
- Багрій, І. Д. (2003) *Прогнозування розломних зон підвищеної проникності гірських порід для вирішення геоекологічних та пошукових задач*. Київ: ІГН НАН України.
- Волков, Н. Г., Палиенко, В. П., Соколовский, И. Л. (1981) *Морфоструктурный анализ нефтегазоносных структур Украины*. Киев: Наукова думка.
- Выгодская, Н. Н., Горшкова, Н. И. (1987) *Теория и эксперимент в дистанционных исследованиях растительности*. Львов: Недра.
- Жуков, Б. С. (1987) Физические основы дистанционного зондирования. *Итоги науки и техники. Сер. Исслед. Земли из космоса*, 1, 6–78.
- Кузнецов, О. А. (1987) *Литогеохимические исследования при поисках месторождений нефти и газа*. Москва: Недра.
- Левчик, О., Логвиненко, В., Архіпова, Т. (2002) Застосування ландшафтно-геохімічних досліджень в комплексі супутникової технології пошуку нафти і газу (на прикладі Дніпровсько-Донецької западини). Київ: КНУТШ, 2002. 49–50.
- Лукин, А. Е. (2004) Прямые поиски нефти и газа: причины неудач и пути повышения эффективности. *Геолог Украины*, № 3. 18–43.
- Перерва, В. М., Лялько, В. И., Архипов, А. И. и др. (1995) *Прямой поиск залежей нефти и газа дистанционными методами (предварительный опыт, перспективы развития)*. Київ: ЦАКИЗ НАНУ.
- Перерва, В. М., Архипов, А. И., Левчик, Е. И., Товстюк, З. М., Бусел, Г. Ф., & Рыбак, Е. А. (1999) Аэрокосмические исследования в решении нефтегазогеологической суперзадачи – прямом поиске залежей углеводородов. *Сб. научных трудов Национальной горной академии Украины*, 7. 67–71.
- Перерва, В. М., Архіпов, О. І., Левчик, О. І., Товстюк, З. М. та ін. (2000) Оптичні аномалії рослинності як індикатор покладів вуглеводнів. *Теоретичні та прикладні проблеми нафтогазової геології*. Київ. 52–56.
- Перерва, В. М., Архипов, А. И., Бусел, Г. Ф., Левчик, Е. И., Рыбак, Е. А., Осканьян, Т. В. (2002) Состояние и пути совершенствования спутниковой технологии прогнозирования залежей нефти и газа. *Космична наука і технологія*, Т. 8, 2/3. 201–206.
- Перерва, В. М. Геофлюидодинамические структуры литосферы. *Дегазация Земли: геодинамика, геофлюиды, нефть и газ : материалы международной конференции памяти П.Н. Кропоткина*. Москва. 213–216.
- Декларац. патент України UA 63073A G01V9/00, G01S17/00 (2004) Перерва, В. М., Тепляков, М. О. Архіпов, О. І.,

- Гонтаренко, О. В., Бусел, Г. Ф., Левчик, О. І., Оскан'ян, Т. В. Київ, опубл. 15.01.2004, бюл. 1.
- Товстюк, З. М., Єфіменко, Т. А. (2015) Неотектонічні дослідження за матеріалами дистанційного зондування Землі при пошуку структур перспективних на нафту та газ на прикладі Дніпровсько-Донецької западини. *Український журнал дистанційного зондування Землі*, 6. 8–13.

References

- Avliani, G. V. (1988) *Evristiche metody v raspoznavanii obrazov*. Tbilisi: Metsniereba (in Russian).
- Arhipova, T. A. (2003) *Kompleksirovanie geokhimicheskikh i fitoindikatsionnykh metodov pri reshenii neftegazopis-kovykh zadach*. Abstracts of the All-Russian scientific conference of students, graduate students and young specialists. March 24–26, 2003, Saratov: SO EAGO (in Russian).
- Arhipova, T. O. (2004) Poperedni rezultaty heokhimichnykh ta dystantsiinykh doslidzhen landshaftiv pry rozv'iazanni naftohazoposlovakovykh zadach. *Exploration and Environmental Geochemistry*, 4, 77–80. (in Ukraine).
- Bahrii, I. D. (2003) *Prohnozuvannia rozlomnykh zon pidvyshchenoi pronyknosti hirs'kykh porid dlia vyrishennia heoekolohichnykh ta poslovakovykh zadach*. Kyev:IGS NAS Ukrainy (in Ukraine).
- Volkov, N. G., Palienko, V. P., Sokolovskiy, I. L. (1981) *Morfostrukturnyy analiz neftegazonosnykh struktur Ukrainy*. Kiev: Naukova dumka (in Russian).
- Vyigodskaya, N. N., Gorshkova, N. I. (1987) *Teoriya i eksperiment v distantsionnykh issledovaniyah rastitelnosti*. Lvov: Nedra (in Russian).
- Zhukov, B. S. (1987) *Fizicheskie osnovy distantsionnogo zondirovaniya. Results of science and technology. Ser. Research Earth from space*. 1, 6–78.
- Kuznetsov, O. A. (1987) *Litogeokhimicheskie issledovaniya pri poiskah mestorozhdeniy nefiti i gaza*. Moskva: Nedra (in Russian).
- Levchik, O., Lohvynenko, V., Arhipova, T. (2002) Zastosuvannia landshaftno-heokhimichnykh doslidzhen v kompleksii suputnykovoi tekhnologii poshuku nafty i hazu (na prykladii Dniprovsko-Donetskoii zapadyny). Kyiv: KNUtSh (in Ukraine).
- Lukin, A. E. (2004) *Pryamyie poiski nefiti i gaza: prichiny neudach i puti povysheniya effektivnosti. Geologist of Ukraine*, 3, 18–43. (in Russian).
- Pererva, V. M., Lyalko, V. I., Arhipov, A. I. (1995) *Pryamoy poisk zalezhey nefiti i gaza distantsionnyimi metodami (predvaritelnyy opyt, perspektivy razvitiya)*. Kyiv: CASRE IGS NASU (in Russian).
- Pererva, V. M., Arhipov, A. I., Levchik, E. I., Tovstyuk, Z. M., Busel, G. F. & Ryibak, E. A. (1999) *Aerokosmicheskie issledovaniya v reshenii neftegazogeologicheskoy super-zadachi – pryamom poiske zalezhey uglevodorodov. Sat. scientific works of the National Mining Academy of Ukraine*, 7, 67–71. (in Russian).
- Pererva, V. M., Arhipov, O. I., Levchik, O. I., Tovstyuk, Z. M. (2000) *Optychni anomalii roslynnosti yak indykator pokladiv. Scientific collection Theoretical and applied problems of oil and gas geology*. Kyiv. 52–56. (in Ukraine).
- Pererva, V. M., Arhipov, A. I., Busel, G. F., Levchik, E. I., Ryibak, E. A., Oskanyan, T. V. (2002) *Sostoyanie i puti sovershenstvovaniya sputnikovoy tekhnologii prognozirovaniya zalezhey nefiti i gaza. Space Sci. Tech. (Ukraine)*, vol. 8, no. 2/3, 51–56 (in Russian).
- Pererva, V. M. (2002) *Geoflyuidodinamicheskie struktury litosfery. Earth degassing: geodynamics, geofluids, oil and*

gas : materials of the international conference in memory of P.N. Kropotkin. Moscow. 201–206. (in Russian).

Decl. pat. UA 63073 A, G01V9/00, G01S17/00, Multispectral structural-field method for predicting oil and gas deposits. Pererva, V. M., Teplyakov, M. O., Arkhipov, O. I., Gontarenko, O. V., Busel, G. F., Levchik, O. I., Oskanyan, T. V. Publ 15.01.2004. (in Ukrainian).

Tovstiyuk, Z. M., Yefimenko, T. A. (2015) Neotektonichni doslidzhennia za materialamy dystantsiinoho zonduvannia Zemli pry poshuku struktur perspektyvnykh na naftu ta haz na prykladi Dniprovsko-Donetskoj zapadyny. *Ukrainskyi zhurnal dystantsiinoho zonduvannia Zemli*, 6, 8–13. (in Ukraine).

ASSESSMENT OF GAS PROSPECTS OF THE AREAS ON THE LYVENSKA TERRITORY BASED ON THE SPACE AND GEOLOGICAL RESEARCH MATERIALS.

O. I. Arkhipov, O. V. Titarenko, T. A. Yefimenko

State Institution Scientific Centre for Aerospace Research of the Earth of IGS of NAS of Ukraine, 55-B, O. Gonchar st., Kyiv 01054, Ukraine

Ukraine's economy needs in oil and gas consumption are not currently decreasing, and in connection with military actions in the east of the country, they are rather growing, so there is an urgent need for our country to increase energy resources. In this regard, it is necessary to accelerate the processes of hydrocarbon deposits exploration. Today, as much as before, the most promising area for exploration of new oil and gas deposits remains the Dnipro-Prypyat oil and gas-bearing province, in particular the Dnipro-Donetsk Basin. The article is devoted to urgent issues regarding forecasting onshore oil and gas prospects based on aerospace and geology methods.

In the process of approbation of the proposed technology with space and geological research materials, the first-priority areas, which are recommended for conducting detailed seismic exploration works, have been selected on the Lyvenska territory. The results of drilling operations within these areas will make it possible to assert the high reliability of the provided forecasts.

Key words: oil and gas capacity, hydrocarbon deposits, optical anomaly, spectral contrast, remote sensing materials, geological-geophysical and aerospace data, oil and gas prospects, neotectonic blocks, morphometric studies, structural decoding.

Рукопис статті отримано 02.12.2022