

Н.П. Агрес

ГІС-ТЕХНОЛОГІЯ КОМПЛЕКСУВАННЯ СТРУКТУРНО-ГЕОМОРФОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ДАНИХ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ НОВИХ ОБ'ЄКТІВ ПОШУКУ ВУГЛЕВОДНІВ

Розглянуто технологію комплексування результатів структурно-геоморфологічних і дистанційних досліджень для прогнозування малоамплітудних структур-пасток вуглеводнів. Описано побудову інтегральної прогностичної моделі із застосуванням можливостей ГІС-технологій. Наведено результат апробації “дистанційного” комплексу в межах північної окраїни Донбасу.

Ключові слова: ГІС-технологія, комплексування, структурно-геоморфологічні дослідження, морфометричні методи, матеріали дистанційних знімків, структури-пастки вуглеводнів, родовища нафти та газу.

Загальна постановка проблеми. Одним із реальних шляхів розв’язання проблеми енергозабезпечення України є постійне нарощування ресурсної бази вуглеводневої сировини за рахунок нових перспективних площ, зокрема у межах крайових зон Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ) та північної окраїни Донбасу. Однак пошуки вуглеводнів (ВВ), які приурочені до малоамплітудних піднять і тектонічно екранованих пасток вищеозначених зон, традиційними методами сейсморозвідки мають об’єктивні складнощі при їх виявленні і картуванні, спричинені співрозмірністю амплітуд структурних форм і роздільною здатністю самого методу в зонах інтенсивного розвитку розривних дислокацій та дрібноблокової будови території. Тому економічно доцільним є застосування у пошуково-розвідувальному процесі дистанційних досліджень, що передують деталізаційним сейсморозвідувальним роботам і включають структурно-геоморфологічні дослідження та дешифрування матеріалів дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) із космосу.

Перспективним напрямом удосконалення нафтогазопозукового процесу є комплексування результатів, отриманих за різними методами досліджень [27]. Стаття присвячена інтегрованій обробці різних методів дистанційних досліджень з використанням сучасних технологій географічних інформаційних систем (ГІС-технологій), їх поєднанню у єдиний комплексний показник прогнозування структур-пасток ВВ.

Під дією мігруючих від покладів до земної поверхні легких ВВ змінюються хімічні, фізичні та фізико-хімічні характеристики осадових порід, які можна кількісно оцінювати інструментально, що є засобом попередньої оцінки перспектив нафтогазоносності надр. У свою чергу, ці зміни зумовлюють розвиток відповідних ландшафтів і формування певних аномалій у спектрах відбиття

від земної поверхні [7], які реєструються засобами ДЗЗ і відображаються на матеріалах дистанційних знімків (космоснімках і топографічних картах).

Методичною основою застосування дистанційних досліджень стали уявлення про геологічний простір Землі як про єдину ієрархічно-організовану систему елементів, наділених прямими і зворотними зв’язками. Процеси взаємодії висхідного і низхідного неперервно-переривчастого енергомасообміну у природі зумовлюють розвиток відповідних ландшафтів (або їх компонентів) у структурі земної поверхні. Інакше кажучи, внутрішні компоненти сучасного ландшафту (власне геологічний субстрат) разом з ендегенними процесами значною мірою визначають характер просторового розподілу і специфіку розвитку зовнішніх компонентів (рельєф, гідрографічна мережа, літологічний склад поверхневих відкладів і ґрунтів, рослинний покрив тощо), екзогенних процесів [7].

Передача інформації з глибини Землі на її поверхню через механічні (тектонічні) деформації, геофлюїдодинамічні потоки та геофізичні поля разом із формуванням відповідних ландшафтів належать до теоретичних засад виявлення будови земної кори за методами дистанційних досліджень.

Специфікою використання матеріалів дистанційних знімків (МДЗ), зокрема топографічних карт та космоснімків, під час пошуків родовищ нафти і газу є те, що нафтогазоносні території – це осадові басейни зі слабодислокованим чохлам значної товщини. Пастки ВВ приурочені, як правило, до глибоких горизонтів осадового чохла і відображаються на поверхні через сукупність ландшафтних компонентів та їх властивостей.

Однак результати, отримані за певним пошуковим (дистанційним) методом, є лише частко-

вим відображенням об'єкта пошуків (структурної форми). У зв'язку з цим інформативність будь-якого пошукового методу в одних геологічних умовах може бути високою, натомість в інших – досить низькою. Неоднозначність природи отриманих за різними пошуковими методами аномалій стимулювала **розробку комплексного підходу до вирішення задачі прогнозування структур**, що містять поклади вуглеводнів, **за дистанційними методами**.

За останні 25 років з'явилося немало публікацій, у яких викладено результати використання тих чи інших нафтогазопшукових комплексів у різних країнах світу. За цей час здійснено найрізноманітніші системні поєднання різних методів досліджень, зокрема аерокосмічних і структурно-геоморфологічних [10, 11, 20, 25, 27–29].

Факт того, що науковці вимушені інтенсивно шукати продуктивні рішення у напрямі реалізації можливостей інтегрального підходу до питання прогнозування продуктивності надр, засвідчує, що проблема забезпечення пошуків нафти і газу високоінформативним засобом оцінок ще далека від остаточного розв'язання.

У статті висвітлено спробу створення комплексного засобу оцінки наявності структурної форми – ймовірної пастки ВВ, за сукупністю власне дистанційних методів на принципі взаємопідтверджуваності на етапі великомасштабного (розмір структур від 2 до 5 км у діаметрі) зонального прогнозу нафтогазоносності (в частині локалізації об'єкта пошуку).

За критичного огляду способів комплексної інтерпретації, методики інтегральної (комплексної) обробки та інтерпретації під час пошуків покладів ВВ (прогнозування продуктивності) можна розділити на групи із урахуванням особливостей використовуваних матеріалів:

- методики зіставлення або їх модифікації у вигляді адитивних чи мультиплікативних полів (при цьому різні геологічні, геофізичні, геохімічні чи кількісні дистанційні параметри, які використовують у комплексі, вважають інформаційно-однорідними, рівноправними або їм надають певні вагові значення) [12, 21, 22];
- методики, основані на стохастичності реалізації окремих методів з урахуванням кореляційних залежностей між окремими параметрами фізичних полів комплексу та нафтогазоносністю [1, 19];
- методики, що ґрунтуються на використанні алгоритмів розпізнавання образів (оцінюють інформативність окремих полів або їх похідних параметрів всередині методу інтерпретації; відбраковують малоінформативні та неінформативні параметри; визначають навчальну вибірку та розміри чарунки для розрахунків, на-

приклад, ковзного вікна) або на однотипному перетворенні вихідних даних різними математичними способами з метою покращення співвідношення сигнал–завада для отримання повнішої інформації [9, 13, 18].

У статті наведено методику комплексування результатів дистанційних досліджень, які включають структурно-геоморфологічні дослідження та дешифрування (візуальне й автоматизоване) матеріалів ДЗЗ із космосу.

У комплекс дистанційних досліджень зведено (рис. 1):

- ландшафтно-геоіндикаційне дешифрування топографічної основи і складання морфоструктурних образів газоносних об'єктів;
- морфометричні побудови та дослідження кількісних показників гіпсометрії рельєфу в межах певної території для виявлення ділянок нерівноважного розвитку рельєфу, властивих газоносним структурам;
- морфометричні побудови та дослідження кількісних показників гідрографії ландшафту для прогнозування тектонічно активних структурних форм;
- структурно-геологічне і контрастно-аналогове візуальне дешифрування псевдоколірних зображень космічних знімків;
- автоматизоване дешифрування теплових космознімків та оцінку перспектив нафтогазоносності досліджуваної території методом статистичної фільтрації.

Ця методика є різновидом адитивних методик зіставлення [21] і враховує вигляд пометодних прогностичних моделей, отриманих за результатами кожного із вищезазначених методів дистанційних досліджень. Так, результатом структурно-геоіндикаційних досліджень і візуального дешифрування космознімків з використанням контрастно-аналогового методу є карти-схеми прогнозних морфоаномалій (аномалії будови і форми земної поверхні та її малюнку на МДЗ) у вигляді полігональних тем. Цифрові моделі (ЦМ) функцій розподілу



Рис. 1. Співвідношення між окремими методами дистанційного комплексу

кількісних показників орографії і (або) гідрографії ландшафту є результатом морфометричних досліджень, а ЦМ функцій відгуку лінійного пошукового фільтра – результатом автоматизованого дешифрування теплових діапазонів космознімків за методом статистичної фільтрації.

Поєднання дистанційних методів в єдину технологічну систему формування комплексного нафтогазопшукового параметра забезпечується можливостями сучасних ГІС-технологій.

Для комплексування наявної інформації у вигляді ЦМ даних використано можливості ГІС ArcGIS та її додаткових модулів Spatial Analyst і Geostatistical Analyst.

Для подання незалежних між собою параметрів у вигляді єдиного комплексного показника дані, що при цьому інтегрують, зводять до безрозмірного вигляду та єдиної шкали значень. Усі дані пометодних моделей, які представлені у цифровому вигляді, були перекласифіковані (модуль Spatial Analyst) в дискретні ЦМ із множиною значень $-2, -1, 0, 1, 2$ (бали), де максимальне значення відповідає перспективній за вказаним методом ділянці. Полігональні теми морфоаномалій, отриманих за структурно-геоіндикаційним дешифруванням топокарт або ж під час контрастно-аналогового дешифрування радіотемпературних зображень, конвертують у дискретні ЦМ із тією самою множиною значень.

Нову інтегральну прогностичну модель створюють додаванням перекласифікованих пометодних ЦМ. Максимальні значення функції розподілу комплексного показника (ум. од.) пов'язують з перспективними ділянками, де ймовірним є виявлення вуглеводневих пасток.

Результати досліджень. Згадана ГІС-технологія комплексування дистанційних досліджень була апробована у межах крайових зон ДДЗ та північної окраїни Донбасу.

Зупинимося коротко на окремих методах дистанційного комплексу.

Структурно-геоморфологічні дослідження включають морфографічні і морфометричні методи. Досвідом структурно-геоморфологічних досліджень [8] встановлено, що структури можуть відображатись: 1) у висотному полі рельєфу; 2) в ступені його розчленування; 3) в морфографії (плановому малюнку, геометрії) форм і типів рельєфу та деяких інших компонентах ландшафту.

Ландшафтно-геоіндикаційне дешифрування виконують на основі однойменного методу. Внутрішні структурні елементи будови земної кори розпізнають на топографічній основі опосередковано, через закономірне відбиття внутрішньої будови ландшафту в особливостях зовнішньої будови.

Для кожного типу ландшафту локалізацію геологічного об'єкта здійснюють створенням

відмінного образу, який складається із сукупності елементів ландшафту, що спостерігаються над похованою геологічною структурою, і на його основі за методом аналогії намічають місце розміщення подібних ділянок прогностичних структурних форм. Морфографічні аномалії (морфоаномалії) виділяють з використанням як загально відомих структурно-геоморфологічних індикаторів [24], так і встановлених науковцями УкрНДІгазу.

Методи аналізу висотного поля (гіпсометрії) рельєфу та його розчленування є основними складниками морфометричного напрямку. Сутність морфометричних методів полягає у кількісній обробці числових характеристик форм і гіпсометрії рельєфу або інших ландшафтних компонентів та створенні якісно нових карт, що забезпечують переважно відображення структурно-тектонічної складової рельєфу.

Застосування морфометричних методів досліджень рельєфу з метою вивчення тектонічної будови різних територій висвітлено у роботах С.С. Соболева, В.П. Філософова, В.Б. Полканової, В.П. Полканова Л.Б. Аристархової, М.Г. Волкова, А.М. Берлянта, Ю.А. Мещерякова, Б.Н. Можаяєва, А.А. Рукояткіна, А.Н. Ласточкіна, В.П. Палієнко, М.В. Пронічевої, С.І. Проходського, І.Л. Соколовського, І.М.Федотової, А.М. Ковалю, В.Г. Верховцева та ін. Дослідники вказують, що саме неотектонічні рухи земної кори визначають сучасне гіпсометричне положення всіх структур осадового чохла і кристалічного фундаменту.

У нашому випадку вихідними даними для проведення морфометричних досліджень у межах дослідних полігонів були топографічні карти масштабу $1 : 50\,000$, які забезпечують точність побудов, необхідну для локалізації перспективних об'єктів у межах розвитку малоамплітудних структур (наприклад, північна окраїна Донбасу). Спочатку було отримано ЦМ рельєфу, за якою у подальшому побудовано модель гідрографічної мережі, що складається з тальвегів постійних і тимчасових водотоків. Ця модель відображає гідрографічну мережу у відповідності до порядків тальвегів, які ввів для опису річкових басейнів Р. Хортон у 1948 р. (з уточненнями В.П. Філософова, 1960 р.). Для побудови ЦМ рельєфу та автоматизованої сітки тальвегів постійних і тимчасових водотоків використано можливості геоінформаційної системи ArcGIS, її додаткових модулів Spatial Analyst і Geostatistical Analyst та функції гідрологічного моделювання (FlowDirection, FlowAccumulation, StreamOrder та ін.).

Із морфометричних показників було використано виражену у кількісних значеннях аномальність (нерівноважність) рельєфу [3, 4]. Максимальні значення цього показника відповідають певним морфографічним аномаліям рельєфу і відображають ділянки його нерівноважного роз-

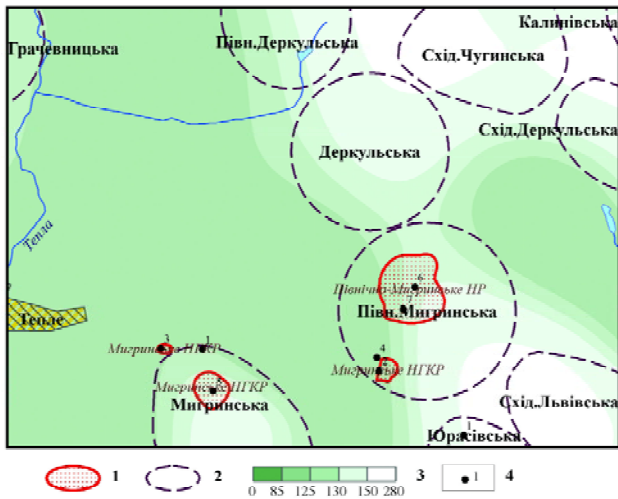


Рис. 2. Карта розподілу морфометричного показника аномальності рельєфу: 1 – родовище вуглеводнів; 2 – прогнозна ділянка за сукупністю морфометричних індикаторів (аномальність, вертикальне і горизонтальне розчленування рельєфу та коефіцієнт форми); 3 – значення функції аномальності рельєфу, ум. од.; 4 – свердловина та її номер

витку – аномальної взаємодії ендегенних і екзогенних сил, які вважають перспективними для пошуку структур-пасток ВВ.

Для досліджуваної території у межах елементарних водозбірних басейнів певного порядку, що слугували елементарними чарунками, розраховували морфометричні показники аномальності рельєфу (рис. 2), вертикального, горизонтального розчленування та коефіцієнта форми [4] і будували відповідні морфометричні карти.

Для локалізації тектонічно зумовлених ділянок рельєфу використано метод “ізодеф” (рівних значень деформованості), запропонований М.Г. Волковим (1964), що ґрунтується на зіставленні реального й теоретичного профілів тальвегу річки (чи балки) [14, 15]. За певними доробками у ГІС [5] як математично розрахований теоретичний профіль використано параболічну функцію, отриману підбором за методом найменших квадратів. При цьому додатні значення “ізодеф” пов’язували з позитивними структурними формами, активними на нівелірованому етапі. На рис. 3 показано карту функції розподілу вертикальних деформацій поздовжніх профілів тальвегів, де опосередковано відображена структурна неоднорідність осадового чохла.

Комп’ютерна обробка даних ДЗЗ для вирішення задачі автоматизованого виявлення та локалізації пошукових, перспективних на нафту та газ об’єктів проведена за розробленою технологією автоматизованого комп’ютерного дешифрування теплових діапазонів космознімків [2, 6, 27], що ґрунтується на теорії розпізнавання образів, представлених сукупністю статистичних характеристик яскравості космознімка (для цифрових космознімків яскравість або тон кожної чарунки знімка характеризується значеннями від 0 до 255).

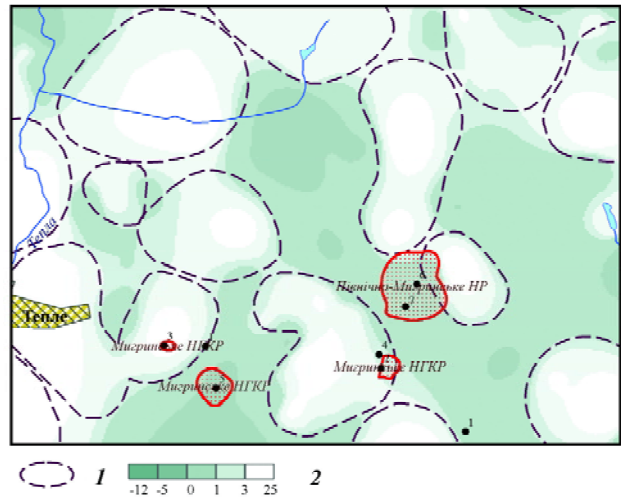


Рис. 3. Схема дешифрування аномалій за функцією розподілу вертикальних деформацій поздовжніх профілів тальвегів: 1 – прогнозна структурна форма; 2 – вертикальні деформації поздовжнього профілю тальвегу, м. Інші умовні позначення див. на рис. 2

Для автоматизованого дешифрування теплових діапазонів космознімків використано ідею багатовимірної статистичної фільтрації [18].

Технологія автоматизованого дешифрування космознімків є поєднанням можливостей ГІС і спеціалізованого програмного забезпечення, розробленого на базі ГІС ArcView.

Теплові й температурні аномалії в надрах Землі, які притаманні нафтогазовим родовищам, супроводжуються аномаліями на поверхні Землі. Значення температурних аномалій над нафтогазовими родовищами становлять декілька десятків часток градуса, що може слугувати пошуковим показником [23]. Такі аномалії відображаються яскравішими (тональними для градацій сірого кольору) та (або) ландшафтними аномаліями у теплових діапазонах багатозональних космічних знімків.

Оскільки величина амплітуди корисного сигналу, тобто теплової аномалії, зумовленої наявністю пастки ВВ, яка досягає кількох десятків часток градуса, є малою, як дешифрувальну ознаку нафтогазоносних ділянок використано тональний (яскравіший) образ пастки ВВ [26], який відображає відношення статистичних показників яскравості зображення контурної (в межах контуру пастки ВВ) і навколоконтурної (прилеглої до контуру пастки ВВ) ділянок теплового зображення, отриманих у теплових діапазонах довжин хвиль електромагнітних коливань (для NOAA-14: 4-й канал 9,8–11,9 мкм; 5-й канал 10,9–12,8 мкм).

Технологія автоматизованого дешифрування космознімків передбачає таку послідовність дій:

- формування простору тональних ознак;
- створення робочої бази еталонних об’єктів у багатовимірному просторі ознак;

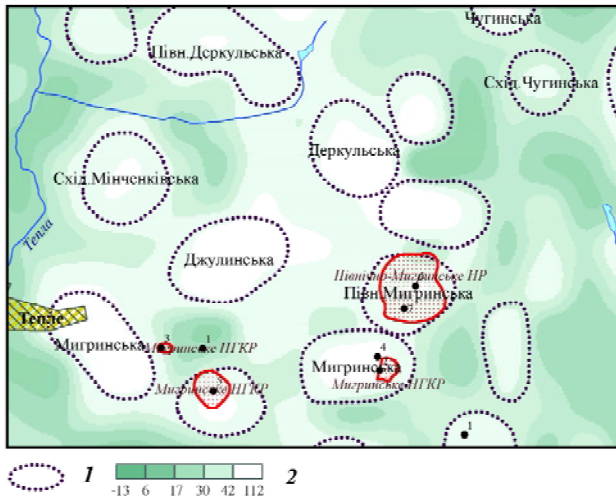


Рис. 4. Результат автоматизованого дешифрування території за даними дистанційного зондування Землі із космосу в тепловому діапазоні (10,9–12,8 мкм): 1 – ділянка, подібна до нафтогазоносної, за статистичними характеристиками тону космознімка, отриманого апаратом NOAA 30.06.1999 р.; 2 – значення функції статистичного пошукового фільтра, настроєного на ділянку, що відповідають родовищам вуглеводнів на глибині, ум. од. Інші умовні позначення див. на рис. 2

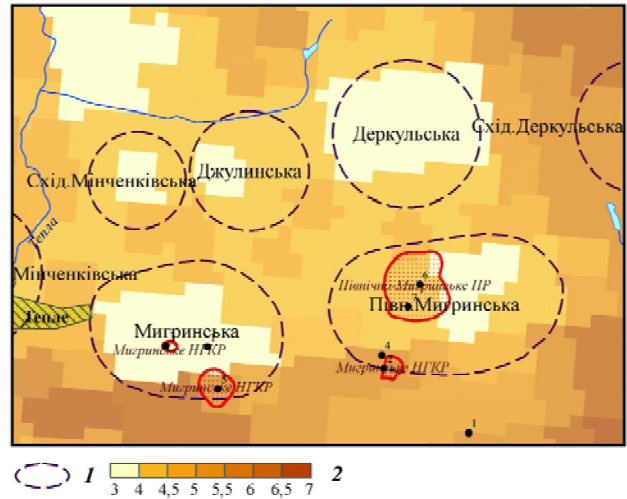


Рис. 5. Результат візуального контрастно-аналогового дешифрування зображення радіояскравісної температури. Розрахована за тепловим діапазоном космознімка, отриманого апаратом NOAA 13.10.2005 р: 1 – прогнозна структурна форма; 2 – значення радіояскравісної температури, °С. Інші умовні позначення див. на рис. 2

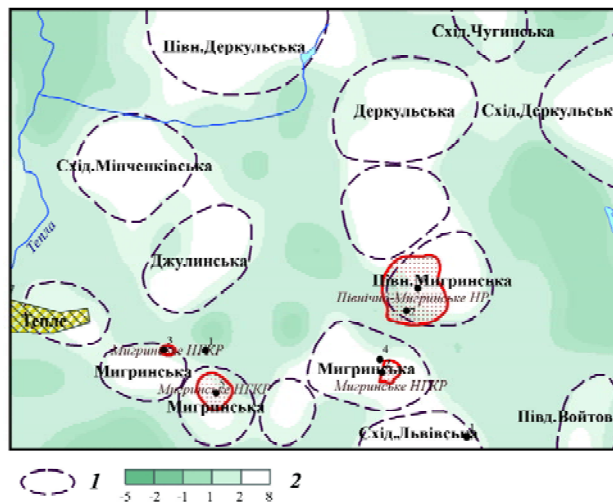


Рис. 6. Оцінка нафтогазоперспектив території за комплексом дистанційних досліджень: 1 – ділянка, перспективна в плані виявлення структур-пасток вуглеводнів; 2 – значення комплексного умовного показника прогнозу структур-пасток вуглеводнів, ум. од. Інші умовні позначення див. на рис. 2

- побудова системи інформативних ознак для сформованих класів еталонних об'єктів, оптимальна настройка прогнозного пошукового фільтра;
- вибір сукупності еталонів та визначення алгоритму комп'ютерного дешифрування;
- прогонка досліджуваного зображення території за вибраним алгоритмом;
- ідентифікація локальних екстремумів результуючої функції з ділянками, перспективними на нафту чи газ.

Результатом автоматизованого комп'ютерного дешифрування є ЦМ подібності території до нафтогазоносної за статистичними характеристиками яскравості (тону) теплового діапазону космічного знімка (рис. 4).

Результат візуального контрастно-аналогового дешифрування [16, 17] перетвореного псевдокольорового зображення радіояскравісної температури показано на рис. 5.

Усі отримані пометодні моделі прогнозу структурних форм – імовірних пасток ВВ у подальшому інтегровані в комплексний умовний показник прогнозу структур-пасток ВВ (рис. 6).

У межах північної окраїни Донбасу три прогнози аномалії комплексного параметра за результатами дистанційних досліджень 2006 р. перевірені пошуковим бурінням, яке підтвердило нафтогазоносність структур: св. 2-Веселогорівська (нині Веселогорівське родовище); св. 2-, 3-, 5-Мігринські (нині Мігринське родовище) та св. 6-Північномігринська (нині Північномігринське родовище).

Всього у межах Північної крайової зони ДДЗ та північної окраїни Донбасу намічено понад 60 першочергових об'єктів пошуку структур-пасток ВВ, із яких близько 30 виділено вперше, та близько 70 об'єктів другої черги. Першочергові об'єкти рекомендуються для детального вивчення сейсморозвідувальними роботами з метою складання паспортів; малоглибинними геохімічними інструментальними дослідженнями для подальшого введення позитивно оцінених у пошуково-розвідувальне буріння.

Висновки. Запропонована методика комплексування результатів дистанційних досліджень є одним із перспективних напрямів удосконалення нафтогазопозукового процесу, який ґрунтується на сучасних геоінформаційних технологіях.

Формування комплексного показника прогнозу структур-пасток ВВ зумовлює можливість об'єднання результатів дистанційних досліджень на принципі взаємопідтверджуваності, що дає змогу звужити неоднозначність виділення структур на потенційно перспективних ділянках для проведення геофізичних робіт і пошукового буріння.

У подальшому розвитку цієї технології є можливість залучення інших видів досліджень (зокрема, щодо оцінки нафтогазоносності надр); розробки і вдосконалення морфометричних методів; використання космознімків з високою роздільною здатністю (25–250 м) у тепловому діапазоні; апробації окремих методів і комплексного показника прогнозу структур-пасток ВВ у межах територій, різних за структурно-тектонічною будовою.

Економічна ефективність дистанційного комплексу забезпечується експресністю і відносною дешевизною дослідження значних площ, підвищенням достовірності прогнозу структурних форм. Тому застосування цього комплексу має передувати деталізаційним сейсмічним дослідженням. Використання комплексу дає змогу звужувати неоднозначність виділення структур, а відтак, раціонально і цілеспрямовано проводити деталізаційні сейсморозвідувальні, інструментальні малоглибинні геохімічні та бурові роботи, скорочувати обсяги геофізичних досліджень на малоперспективних ділянках і сприяти підвищенню ефективності геолого-розвідувальних робіт на нафту і газ.

1. *Агрес Н.П.* Багатовимірний дискримінантний аналіз як метод інтегрування геохімічної та геофізичної інформації при вирішенні нафтогазопозукових задач / Н.П. Агрес, О.М. Троянов // Питання розвитку газової промисловості України: Зб. наук. праць. – Харків: УкрНДІгаз, 2006. – Вип. 34. – С. 14–19.
2. *Агрес Н.П.* ГІС-технологія обробки даних ДЗЗ для підвищення ефективності нафтогазопозукового процесу / Н. Агрес, А. Коваль // Матеріали регіональної наради “Можливості сучасних ГІС/ДЗЗ технологій у сприянні вирішення проблем Слобожанського регіону”. – Суми, 2005. – С. 54–56.
3. *Агрес Н.П.* Морфометричні дослідження як один із компонентів дистанційного комплексу прогнозування структур-пасток вуглеводнів // Питання розвитку газової промисловості України: Зб. наук. праць. – Харків: УкрНДІгаз, 2007. – Вип. 36. – С. 61–67.
4. *Агрес Н.П.* Морфометричні індикатори прогнозування структур-пасток вуглеводнів // Вісн. Харків. нац. ун-ту ім. В.Н. Каразіна. – 2010. – № 909. – С. 65–70.
5. *Агрес Н.П.* Прогнозування неотектонічно-активних структур – можливих пасток вуглеводнів за особливостями кількісної гідрографії ландшафту / Н. Агрес, Г. Фільова, О. Олійник // Питання розвитку газової промисловості України: Зб. наук. праць. – Харків: УкрНДІгаз, 2007. – Вип. 36. – С. 71–75.
6. *Агрес Н.П.* Технологія автоматизованої обробки космічних знімків для підвищення ефективності нафтогазопозукового процесу / Н. Агрес, А. Коваль, С. Сурков та ін. // Питання розвитку газової промисловості України: Зб. наук. праць. – Харків: УкрНДІгаз, 2006. – Вип. 34. – С. 19–24.
7. *Азімов О.Т.* Дослідження диз'юнктивних дислокацій земної кори аерокосмічними методами: Автореф. дис. ... д-ра геол. наук. – К., 2008. – 36 с.
8. *Аристархова Л.Б.* Геоморфологические исследования при поисках нефти и газа. – М.: Изд-во Моск. гос. ун-та, 1979. – 151с.
9. *Бабаєв В.В.* Обґрунтування методами математичної статистики комплексу геоморфологічних ознак для рішення задач класифікації геологічних об'єктів / В.Бабаєв, С.Купреєва, І.Федотова, А.Коваль // Питання розвитку газової промисловості України: Зб. наук. пр. – Харків: УкрНДІгаз, 1998. – Вип. 26. – С. 46–56.
10. *Бабаєв В.В.* Про перспективи виявлення нових пасток вуглеводнів в Солотвинській западині Закарпатського прогину / В. Бабаєв, А. Коваль, С. Сурков та ін. // Питання розвитку газової промисловості України: Зб. наук. праць. – Харків: УкрНДІгаз, 2002. – Вип. 30. – С. 223–229.
11. *Бабаєв В.В.* Структурно-геоморфологічні дослідження при підготовці пошукових об'єктів на газ у Прикарпатті / В. Бабаєв, А. Коваль, С. Сурков та ін. // Нафт. і газ. пром.-сть. – 1997. – № 2. – С. 12–15.
12. *Багрій І.Д.* Розробка комплексу структурно-атмогеохімічних методів для прогнозування та пошуків покладів вуглеводнів / І. Багрій, В. Гладун, Т. Довжок та ін. // Геол. журн. – 2001. – № 2. – С. 89–93.
13. *Бусигин Б.Н., Мірошніченко Л.В.* Распознавание образцов при геолого-геофизическом прогнозировании. – Днепропетровск: Изд-во Днепропетр. держ. ун-та, 1991. – 168 с.
14. *Волков Н.Г.* К методике тектонического анализа продольных профилей рек // Изв. АН СССР. Сер. геогр. – 1964. – № 2.
15. *Волков Н.Г.* Морфометрические методы, карты изодеф, построение топографических продольных профилей рек, построение геометрических аналогов // Применение геоморфологических методов в структурно-геологических исследованиях. – М.: Недра, 1970. – С. 59–70.
16. *Временные методические рекомендации по аэрокосмическим исследованиям и использованию их результатов при нефтегазопозуковых работах / Сост. В.С. Готьян, М.И. Кострюков, В.П. Лаврусь и др. – М.: Мин-во нефт. пром.-сти, ИГиРГИ АН СССР, 1987. – 158 с.*

17. *Дистанционные исследования при нефтегазопоисковых работах* / А.А. Аксенов, В.Г. Можаяев, В.Т. Воробьев и др. — М.: Наука, 1988. — 224 с.
18. *Жуков М.Н.* Метод багатовимірної статистичної фільтрації різновидової геологічної інформації для вирішення задач картування та прогнозу: Автореф. дис. ... д-ра геол. наук. — К., 1997. — 48 с.
19. *Келеберда В.С.* Интегральная обработка геофизической та геохімічної нафтогазопошукової інформації з використанням технологій геоінформаційних систем / В. Келеберда, Н. Агрес, О. Троянов // Питання розвитку газової промисловості України: Зб. наук. праць. — Харків: УкрНДІгаз, 2004. — Вип. 33. — С. 54–59.
20. *Коваль А.М.* Геологічна будова і перспективи нафтогазоносності морфоструктур північно-західного Передкарпаття: Автореф. дис. ... геол. наук. — Львів, 1999. — 20 с.
21. *Коваль А.М.* Про застосування комплексу дистанційних методів в процесі пошуку нових структур-пасток вуглеводнів в межах долини Сіверського Донця / А. Коваль, Н. Агрес, Г. Фільова та ін. // Питання розвитку газової промисловості України: Зб. наук. праць. — Харків: УкрНДІгаз, 2007. — Вип. 35. — С. 117–125.
22. *Комплексирование методов разведочной геофизики: Справочник геофизика.* — М.: Недра, — 1984. — 311 с.
23. *Лялько В.И.* Геотермические поиски полезных ископаемых / В.И. Лялько, М.М. Митник, Л.Д. Вульфсон и др. — Киев: Наук. думка, 1979. — 148 с.
24. *Николаенко Б.А.* Методические указания по использованию материалов аэрофотосъемки при геологическом картировании / Б.А. Николаенко, Ж.В. Марченко, Г.И. Воронова. — Киев: Мингео СССР, Киевгеология, 1974. — 104 с.
25. *Окрепкий Р.М.* Аерокосмогеологічні та газорутні дослідження під час вивчення нафтогазопошукових структур Північного борту ДДЗ / Р.М. Окрепкий, М.Г. Видиборець, Д.О. Тарангул // Нафт. і газ. пром-сть. — 1999. — № 2. — С. 11–13.
26. *Патент України № 6401.* Процес пошуку пасток вуглеводнів за тепловими космічними знімками / В. Дячук, А. Лизанець, А.Коваль та ін. — Публ. 16.05.2005 р., Бюл. № 5.
27. *Системний підхід до вивчення нафтогазоносних територій дистанційними методами на прикладі ДК “Укр-газвидобування”* / В. Дячук, А. Лизанець, В. Бабаєв та ін. // Геоінформатика. — 2002. — № 1. — С. 70–76.
28. *Perdomo J.J.* How integrated exploration technology helped answer questions in an Appalachian field / J. Perdomo, J. Fontana, A. Pyron // Oil and Gas J. — 2000. — Vol. 98, N 37. — P. 42–46.
29. *Sounders D.F.* Combined geological and surface geochemical methods discovered Agaritta and Brady Creeck fields, Conch county, Texas / D.F. Sounders, K.P. Burson, J.J. Brown, C.K. Thompson // AAPG Bull. — 1993. — Vol. 77, N 7. — P. 1219–1240.

*Український науково-дослідний інститут природних газів,
Харків, Україна*

Надійшла до редакції 19.04.2012 р.

Н.П. Агрес

ГИС-ТЕХНОЛОГИЯ КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ СТРУКТУРНО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НОВЫХ ОБЪЕКТОВ ПОИСКА УГЛЕВОДОРОДОВ

Представлена технология комплексирования результатов структурно-геоморфологических и дистанционных исследований с целью прогноза малоамплитудных структур-ловушек углеводородов. Описано построение интегральной прогностической модели с использованием возможностей геоинформационных систем. Представлен результат применения “дистанционного” комплекса в пределах северной окраины Донбасса.

Ключевые слова: ГИС-технология, комплексирование, структурно-геоморфологические исследования, морфометрические методы, материалы дистанционных съемок, структуры-ловушки углеводородов, месторождения нефти и газа.

N.P. Agres

GIS-TECHNOLOGY OF INTEGRATED PROCESSING OF STRUCTURAL-GEOMORPHOLOGICAL RESEARCHES AND THE REMOTE SENSING DATA FOR THE FORECAST OF NEW OBJECTS OF HYDROCARBONS SEARCH

The complexation technology of the results of structural-geomorphologic researches and the remote sensing data for the forecast of small amplitude structures which are hydrocarbon traps was proposed in this article. It was described the construction of integrated forecasting model with the use of GIS opportunities. The result of application of a “remote” complex for Northern part of the Donbass is given.

Keywords: GIS-technology, integrated processing, structurally-geomorphological researches, morphometric methods, remote sensing data, structures-traps of hydrocarbons, oil and gas fields.