

УДК 551.24:553.981(262.5-17)

Аналіз геологічної природи макропросочувань метану у північно-західній частині Чорного моря та їх прояви на супутникових знімках

А. І. Воробйов, Т. А. Мельниченко *

ДУ "Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук НАН України", Київ, Україна

Виконано аналіз геологічної природи макропросочувань метану у північно-західній частині Чорного моря на основі співставлення їх положення відносно нафтогазоперспективних структур та аналізу сейсмічної інформації. Зв'язок положення ділянки макропросочувань метану з вузлом перетину двох глибинних розломів свідчить про глибинну природу метану. Аналіз супутникових знімків після їх комп'ютерної обробки та візуального аналізу свідчить про епізодичні прояви макропросочувань метану у вигляді аномалій на супутникових зображеннях.

Ключові слова: макропросочування метану, акустичні методи, глибинні розломи, прояви просочувань метану з дна моря на супутникових зображеннях

© А. І. Воробйов, Т. А. Мельниченко. 2016

Відомо, що макропросочування метану з дна моря є важливим пошуковим критерієм для виявлення скупчень вуглеводнів (ВВ). Локальні макропросочування метану (сипи) з дна моря виявлено в багатьох регіонах Світового океану і сьогодні можна стверджувати, що це явище носить глобальний характер [1–4, 6–9, 5–10, 12–15].

У Чорному морі виділення метану виявлені за допомогою гідроакустичних методів у різних регіонах — у північно-західній його частині (біля берегів Болгарії та України), на південь від Кримського півострова (западина Сорокіна), у північно-східній частині Чорного моря — на Прикерченському шельфі, у південно-східній частині Чорного моря та на континентальному схилі його Кавказького узбережжя [5, 6, 11, 14].

Макропросочування метану з дна моря

В останні десятиріччя виявлено виділення бульбашок газу з дна моря у шельфових зонах і на континентальних окраїнах. Серед них басейн Guayamas (Merewether et al., 1985), Мексиканська затока (MacDonald et al., 2002), на хребті Blake [Paull et al., 1995], на континентальному схилі Сахаліну в Охотському морі (Salyuk et al., 2002) та у багатьох інших регіонах Землі [13–15].

Значні обсяги досліджень виконані у Чорному морі. Серед них слід відзначити роботи Інституту біології південних морів НАН України (Єгоров В. М., Артемов Ю. Г., Гулін С. Б. та ін.) [6], Відділення морської геології та осадового рудоутворення НАН України (Шнюков Є. Ф. та ін.) [5, 11] та інших установ НАН Ук-

раїни. Системи акустичного зондування на частотах 12.5 і 18 кГц підтвердили корисність їх застосування для відображення потоків бульбашок газу при виявленні й вивчені місць виходу. (Suess et al., 2001; Torres et al., 2002) [15] потоків метану з дна моря.

Для виявлення макропросочувань за матеріалами супутникових знімків важливе значення має досягнення потоку бульбашок метану верхніх шарів морської товщі. На збереження потоку бульбашок газу при їх спливанні з дна до поверхні моря впливає ряд факторів.

Фактори, що впливають на збереження бульбашок газу при спливанні

Факели бульбашок газу утворюються на глибинах від 2 500 м і можуть іноді підніматися на висоту до 900 м від дна (Merewether et al., 1985) [15]. Мінімальна глибина, на якій бульбашки газу зникають досі не визначена. Відомо тільки, що в деяких випадках факели газу досягають поверхні моря. Вивчаючи зв'язок між розміром бульбашок газу і глибиною їх спливання, Merewether et al. (1985) прийшли до висновку, що бульбашки метану при спливанні у товщі моря захищені плівкою нафти або газогідрату метану. За результатами досліджень у Мексиканській затоці (Macdonald et al., 2002) [15] показав, що плівка газогідрату відділяється, коли пухирці виходять із зони стабільності газогідрату, а покриття нафти, захищає бульбашки газу від розкладання, поки вони не досягають поверхні моря.

Tryon et al. (2002), Heeschen i Collier (2002) [15] встановили, що на інтенсивність виділень газу можуть впливати численні фактори. Зміни в інтенсивності виділень газу з дна моря можуть бути пояснені часовими змінами в газовому викиді в атмосферу,

* E-mail: MelnichenkoTA@ukr.net
Тел. +380 486 11 48

який іноді слабшає або навіть зникає при високому припливі (Torres et al., 2002) [15].

Для оцінки геологічної природи макропросочувань метану у даній роботі виконано зіставлення їх положення відносно нафтогазоперспективних геологічних структур у північно-західній частині Чорного моря, які вивчались за допомогою різних геофізичних методів і даних глибокого буріння. Нижче показано, що найбільше за розмірами і кількістю макропросочувань метану джерело у північно-західній частині Чорного моря пов'язана з ділянкою перетину двох зон розломів глибинного закладення.

Для більш детального аналізу геологічної природи цієї ділянки використано карту нафтогазогеологічного районування Північно-Західного шельфу Чорного моря [10] та результати детальних акустичних досліджень.

Геологічна природа просочувань метану в межах північно-західної частини Чорного моря

На рис. 1 наведено інтегровану карту нафтогазогеологічного районування Північно-Західного шельфу Чорного моря з позицій розломно-блокової тектоніки за [10] з доповненнями авторів.

На карту (рис. 1) винесено положення сейсмічного профіля BS 05-22, відпрацьованого за проектом BS05, і положення структури Дельфін.

На рис. 2 наведено часовий і сейсмологічний розрізи по цьому профілю.

Межі ділянки макропросочувань метану на сейсмічному профілі BS05-22 показано зеленим кольором. З сейсмічного розрізу, представленого на рис. 2, видно, що ділянка макропросочувань метану знаходиться на південь від Каламитського валу, який в значній мірі посічений системою розломів, що простежуються у потужній товщі докрейдових відкладів з глибин 10 км і більше. З сейсмогеологічного глибинного розрізу також видно, що дані структурні елементи перетинають і шари верхньої крейди, вздовж яких можлива латеральна міграція метану, яка досягає ділянки потужних макропросочувань.

На рис. 1 і 2 видно, що положення ділянки потужних макропросочувань метану з морського дна контролюється двома регіональними диз'юнктивними порушеннями. Одне з них — Одеський субмеридіональний розлом, другий — субширотний такого ж рангу, що обмежує розвиток ділянки виділень метану на південь.

Ділянка макропросочувань метану знаходиться у перехідній зоні від шельфу до континентального схилу. За прогнозом авторів роботи [5], Нахімовська зона (див. рис. 1), яку з заходу і з півдня обмежують розривні порушення регіонального класу, має низьку щільність потенційних ресурсів (5–10). У межах цієї зони знаходиться і ділянка макропросочувань.

Низька перспективність Нахімовської зони

підтвердилась за результатами буріння на структурі Дельфін (див. рис. 1), яка виявилася неперспективною. З сейсмічного розрізу, представленого на рис. 2 видно, що до ділянки макропросочувань метану прилягає Каламитський вал, в межах якого спостерігається серія розривних порушень, які мають падіння з півночі на південь у бік зростання глибини моря. Ще один важливий факт — зменшена потужність осадової товщі, яка складена четвертинними, верхньоміоценовими, олігоценними (середньоміоценовими) відкладами. В той же час в межах цієї зони знаходиться ділянка потужного макропросочування метану.

Макропросочування метану на цій ділянці північно-західного шельфу Чорного моря виявлені за допомогою гідроакустичних методів під час експедиційних досліджень у 2004 р. в 61-рейсі НДС “Професор Водяницький” [5]. Ділянка макропросочувань знаходиться в перехідній зоні між шельфом і континентальним схилом в межах палеодельти Дніпра на глибинах моря 66–825 м [14].

Під час експедицій в травні-червні 2003 і 2004 в межах фінансованого ЄС проекту “КРИМ” [14], були проведені детальні сейсмічні і детальні гідроакустичні дослідження водної товщі, для вивчення зв'язку між просторовим розподілом виділень метану, морфологією дна моря і глибинними структурами. Було виявлено 2 778 джерел виходу метану на записах ехолотування на площі 1 540 км². Можна погодитись з авторами роботи [14], що макропросочування метану на цій ділянці підживлюються з покладу газогідратів метану, який знаходиться у осадових відкладах під дном моря.

На нашу думку, знаходження ділянки макропросочування метану з області перетину глибинних розломів, а також близькість потужної системи тектонічних порушень в межах Каламитського валу, свідчить про вірогідність глибинного походження метану в цьому районі моря.

У 2005 році А. Ю. Леин [7] виявив, що головним компонентом газу, що виділяється на цій ділянці з дна є метан (до 80%), обсяг якого становить 212 л/м² за добу.

Прояви макропросочувань метану з дна моря на космічних знімках

При певних обсягах макропросочування метану з дна моря можуть проявлятися на космічних знімках (КЗ) у теплий сезон року у вигляді аномалій пониження температури (АПТ) водної поверхні і аномалій хмарності. Останні можуть утворюватись за рахунок виносу бульбашками газу придонних холодних вод до поверхневого шару морського басейну. Цей процес, який називають газліфтингом [4], є передумовою для використання аерокосмічних методів для виявлення потужних виділень метану з дна моря. Важливою перевагою аерокосмічних

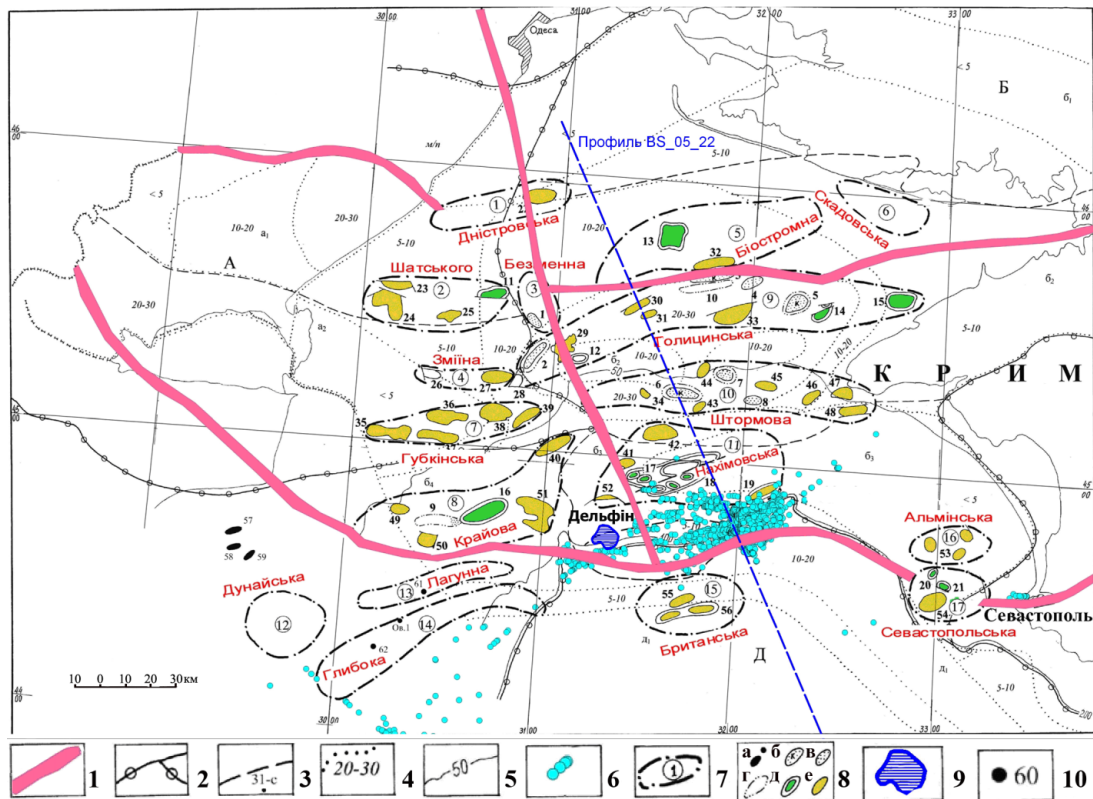


Рис.1. Інтегрована карта нафтогазогеологічного районування Північно-Західного шельфу Чорного моря [10] з доповненнями авторів 1 – зони тектонічних розломів; 2 – нафтогазоносні провінції (НПП); 3 – нафтогазоносні та перспективні райони; 4 – щільність потенційних ресурсів (тис. м³ на 1 км²); 5 – ізобати; 6 – ділянки макропросочувань метану; 7 – зони перспективні для пошуків нафти та газу; 8 – родовища вуглеводнів: а) – у румунському секторі шельфу; б) – газоконденсатні (3 – Голицинське, 5 – Шмідтівське, 6 – Штормове); в – газові (1 – Безіменне, 2 – Одеське, 4 – Південно-Голицинське, 7 – Архангельське, 8 – Кримське, 9 – Олімпійське; г) – об’єкти та родовища у бурінні (1 – Безіменне, 2 – Одеське, 5 – родовище Шмідта, 6 – Штормове, 7 – Архангельське, 9 – Олімпійська, 10 – структура Гордієвича); д – об’єкти (структури), підготовлені до буріння (11 – Сундучна, 12 – Осетрова, 13 – Біостромна, 14 – Східношмідта, 15 – Міжводненська, 16 – Крайова, 17 – Нахімова, 18 – Корніловська, 19 – Каламітська, 20 – Форум, 21 – Вікторія). Назви цих структур на карті позначені червоним кольором. е) – виявлені перспективні об’єкти (22 – Дністровська зона, 23 – Сейсмична, 24 – Медуза, 25 – Шатського, 26 – Янтарна, 27 – Катран, 28 – Кутова, 29 – Рифтова, 30 – Бортова (Чарівна), 31 – Мирна, 32 – Північно-Голицинська, 33 – Бортова, 34 – Понтійська, 35 – Губкінська, 36 – Губкінська Центральна, 37 – Губкінська Південна, 38 – Губкінська Східна, 39 – Н-58, 40 – Зональна, 41 – Альбатрос, 42 – Сельського, 43 – Дипломна, 44 – Миколаївська, 45 – Прибійна, 46 – Мартівське, 47 – Західнокрейдяна, 48 – Тарханкутська, 49 – Мушкетова, 50 – Нептун, 51 – Комсомольська, 52 – Н-53, 53 – Альмінська, 54 – Севастопольська, 55 – Британська-2, 56 – Британська-1. (Контури виявлених перспективних об’єктів залито жовтим кольором)

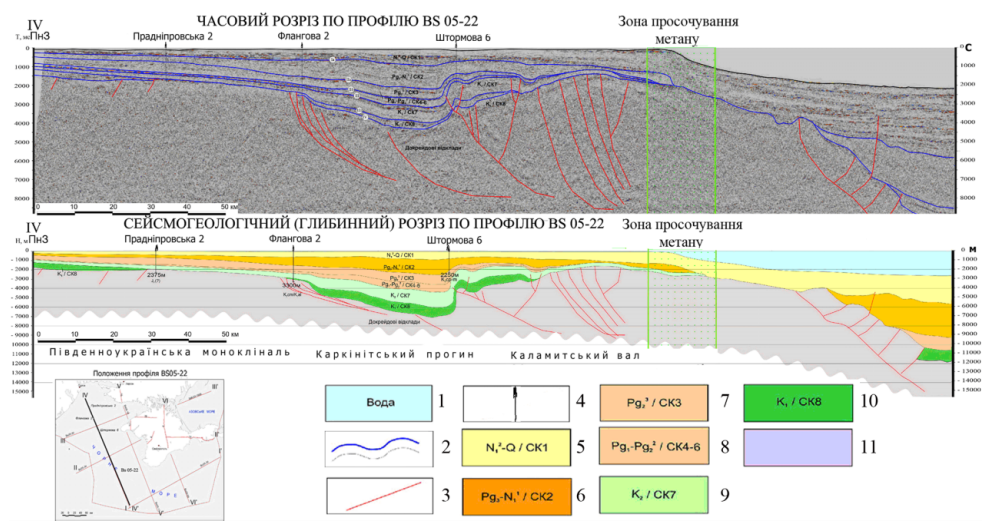


Рис. 2. Часовий та сейсмогеологічний розрізи по профілю BS05-22 [9], на яких показано положення зони макропросочувань метану 1 – водна поверхня; 2 – границі основних стратиграфічних комплексів; 3 – розривні порушення; 4 – свердловини. Стратиграфічні комплекси: 5 – середній міоцен–четвертинні; 6 – олігоцен–нижній міоцен (майкопська серія); 7 – верхній еоцен; 8 – палеоцен–середній міоцен; 9 – верхня крейда; 10 – нижня крейда; 11 – докрейдові відклади

методів є їх оперативність і можливість покриття значних площ.

На першому етапі досліджень було визначено супутники, які в першу чергу можуть бути використані: серед них матеріали архівних зйомок метеорологічних супутників низького просторового розрізнення NOAA та MODIS з сайтів NASA. Потім після зчитування рядів квік-луків за певний період часу проводився перегляд, відбір та зчитування повних відібраних КЗ, зареєстрованих сенсором MODIS, за допомогою якого проводиться реєстрація 36 каналів.

На другому етапі проведена детальна обробка КЗ за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення (програми ENVI, ERDAS IMAGINE та ін.): географічна прив'язка, перегляд КЗ у різних спектральних діапазонах, побудова спектральних профілів при необхідності та візуалізація зображень. Програму MapInfo Professional використовували при винесенні контурів виявлених супутникових аномалій на геологічну, тектонічну чи іншу карту для визначення їх положення відносно відомих нафтогазоперспективних структур, розломів, покладів вуглеводнів та інших геологічних об'єктів.

На заключному етапі встановлювалось положення аномалій на КЗ відносно відомих структур.

Оцінка впливу геотектонічної активності на обсяги виділень метану з дна моря і їх прояви на супутникових знімках

Для оцінки впливу геотектонічної активності на обсяги виділень метану були проведені дослідження у північно-східній і північно-західній частинах Чорного моря за матеріалами космозйомок у тепловому діапазоні супутником NOAA у червні-серпні 1999 року та травні-вересні 2000 і 2001 років. Для виявлення аномалій пониження температур (АПТ) було проаналізовано 292 КЗ супутника NOAA, всього виявлено 125 АПТ на 42-х КЗ [8, 9].

Найбільшу кількість АПТ виявлено на КЗ травня-серпня 1999 року у ПЗ частині ЧМ у період найбільшої сейсмічної активності, яка спостерігалась в цей час в межах західної частини Північно-Анатолійського розлому, де 17 серпня 1999 року відбувся катастрофічний землетрус з магнітудою 7.9 бала за шкалою Ріхтера.

Аналіз КЗ дозволив виявити та підрахувати АПТ поверхні моря, які пов'язані з підвищенням тектонічної активності, що стимулює збільшення обсягів вертикальної міграції вуглеводнів у осадовій товщі до дна моря, а потім спливання бульбашок метану у водяній товщі.

Отримані результати досліджень свідчать про те, що для пошуків покладів газу найбільш ефективно використовувати супутникові методи в періоди підвищення сейсмічної активності, що приводить до збільшення обсягів макропросочувань метану.

Враховуючи ефект підвищення обсягів макропросочувань метану під час сейсмічної активності у регіоні, було проведено відбір супутникових знімків, починаючи з початку січня 2000 року. В результаті проведеного пошуку було виявлено аномалію хмарності на КЗ, зареєстровану сенсором MODIS 3 березня 2000 року о 9:20 (рис. 3). Координати центру аномалії — 45°25' Пн. Ш, 32°11' Сх. Д.

На рис. 3 чітко виділяється аномалія хмарності (показана у червоному квадраті), положення якої збігається з ділянкою макропросочувань метану, показаних на рис. 1. Виявлена аномалія має більш чіткі контури та фіксується на ряді спектральних діапазонів. При винесенні контурів аномалії на геологічну карту з виходами метану Чорного моря (див. рис. 2) видно, що переважна частина макропросочувань метану розташована в межах аномалії, яка розташована в дельті палеорусли Дніпра.

Обробка КЗ, отриманого у ближньому інфрачервоному діапазоні (просторове розрізнення 500 м) виконана за допомогою програми ENVI. На рис. 4, А показана аномалія хмарності, на рис. 4 Б, В і Г наведено графіки яскравості по широтному, вертикальному профілям і по каналах.

Висновки

В результаті аналізу космознімків було встановлено, що прояви макропросочувань метану з дна Чорного моря реєструються епізодично, що може бути пов'язано зі зміною температури придонного шару води за рахунок теплих течій, яке призводить до порушення стабільності газогідратів, що залягають нижче дна моря, і вивержень метану у водну товщу [5]. Тому, для виявлення виділень газу з дна моря необхідно проводити детальний аерокосмічний моніторинг на основі використання супутникових або безпілотних літальних апаратів (дронів).

Ці висновки підтверджуються результатами досліджень, наведених у роботі [14], у якій важливу роль у виділеннях метану з дна моря у північно-західній частині Чорного моря (ділянка дельти палео-Дніпра) автори надають впливу покладів газогідратів на розподіл макропросочувань метану. Ці дослідження базуються на детальних сейсмічних і гідроакустичних даних, отриманих під час експедицій в травні-червні 2003 і 2004 років в межах фінансованого ЄС проекту "Крим" [14]. Границя глибини для 99,5% виявлених макропросочувань метану збігається з фазовою межею чистого газогідрату метану на глибині води 725 м. Важливо, що газогідрати відіграють роль покрівлі, яка перешкоджає вертикальній міграції метану у морську товщу.

Дослідження по виявленню аномалій пониження температур на КЗ супутника NOAA, зареєстрованих на

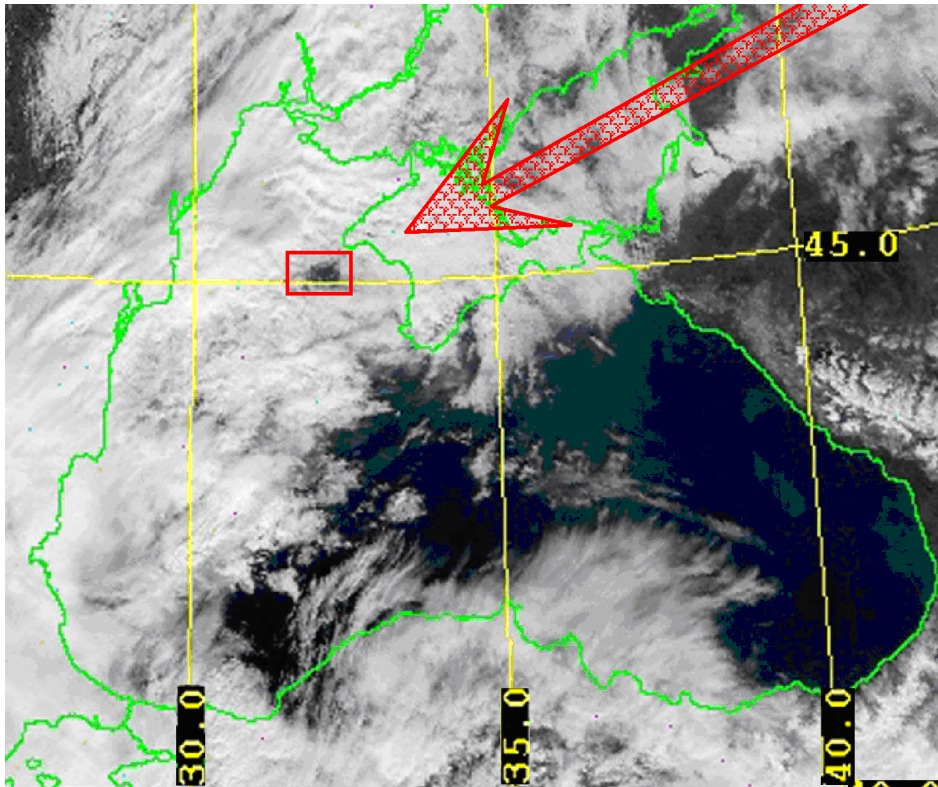


Рис. 3. Аномалія хмарності, виявлена за матеріалами супутникових зйомок сенсором MODIS над ділянкою макропросочувань метану в районі дельти палео-Дніпра (зйомка 3 березня 2000 р. о 9:20)

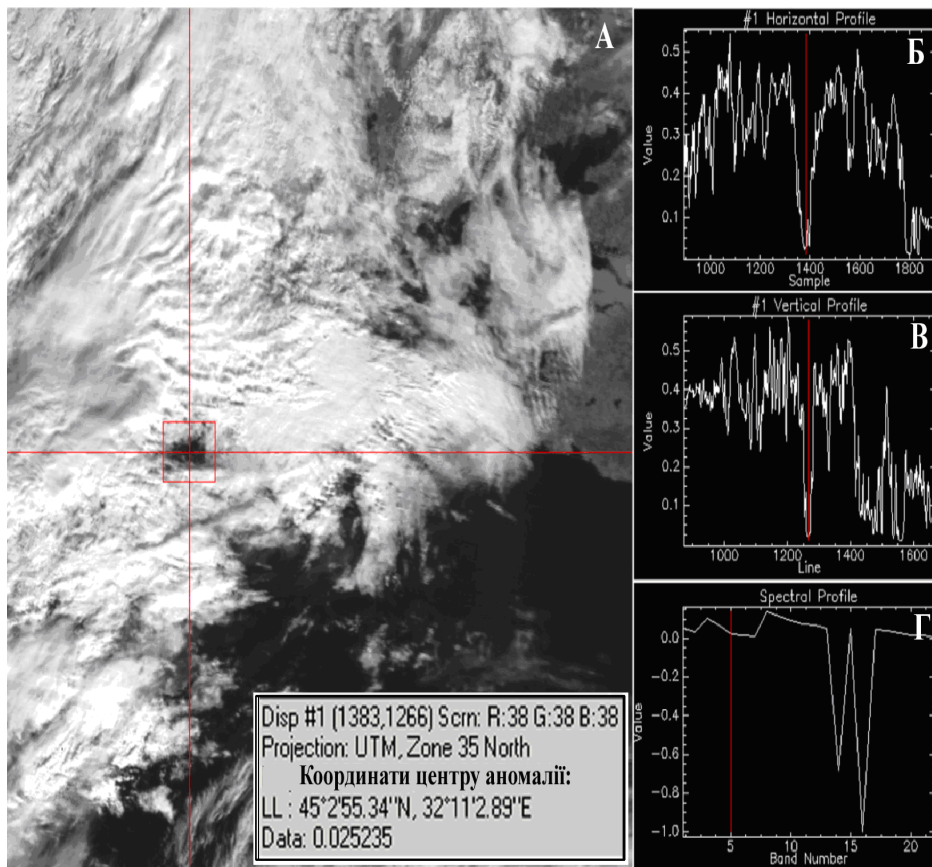


Рис. 4. Фрагмент КЗ зареєстрованого сенсором MODIS на 5-му каналі (довжина хвиль — 1230–1250 нм). Зйомка 3 березня 2000 р. о 9:20.

протязі 1999–2001 років у північно-західній частині Чорного моря дали такі результати [7, 8]: найбільшу кількість АПТ виявлено за матеріалами супутникових зйомок NOAA протягом травня-серпня 1999 року у північно-західній частині ЧМ у період найбільшої сейсмічної активності, яка спостерігалась в цей період часу в межах західної частини Північно-Анатолійського розлому (Туреччина). Виявлено та підраховано кількість АПТ поверхні моря, які пов'язані з підвищенням тектонічної активності, що стимулює збільшення обсягів вертикальної міграції метану у осадовій товщі до дна моря і спливання бульбашок газу до поверхні моря. Бульбашки газу виносять наверх холодні придонні води, що створюють АПТ на поверхні моря (процес газ-ліфтингу).

Виконані дослідження дозволяють зробити важливий висновок про те, що найбільш ефективно супутникові методи можна використовувати для виявлення макропросочувань метану у періоди підвищення сейсмічної активності у регіоні [8, 9]. За допомогою аерокосмічних зйомок Землі можна виявляти не тільки виділення газу з дна моря, а й розломи, положення яких можна прогнозувати за лінійними аномаліями хмарності, що утворюються за рахунок виверження потужного теплового флюїдопотоків з глибинних шарів земної кори під час тектонічної активізації регіону перед сильними землетрусами.

При вирішенні нафтогазопошукових задач площинні роботи для виявлення макропросочувань метану з дна моря за допомогою акустичного методу необхідне відпрацювання щільної мережі профілів, що потребує значних фінансових витрат. При певних обсягах макропросочувань метану з дна моря вони можуть проявлятися на супутникових знімках у теплий сезон року у вигляді аномалій пониження температури (АПТ) поверхні моря і аномалій хмарності. Останні можуть утворюватися за рахунок виносу бульбашками газу придонних холодних вод до поверхневого шару моря. Цей процес, який називають газліфтингом [4], є передумовою для використання аерокосмічних методів для виявлення потужних виділень метану з дна моря.

Супутникові методи дослідження мають такі переваги у порівнянні з іншими методами: висока оперативність, значні площі покриття і значний період часу, на протязі якого проводились супутникові зйомки даного регіону. Це дозволяє на основі прогнозу тривимірної моделі течій реалізувати накопичення супутникових знімків для підвищення ефективності виявлення слабких аномалій пониження температур поверхні моря.

Слід відзначити, що для підвищення детальності досліджень по виявленню локальних макропросочувань метану з дна моря необхідно використовувати КЗ з просторовим розрізненням порядку до 20 м при сприятливих гідрометеорологічних умовах.

Література

1. Агбунов М. В. Загадки Понта Эвксинского (Античная география Северо-Западного Причерноморья) / М. В. Агбунов. — М.: Мысль, 1985. — 160 с.
2. Багатоспектральні методи дистанційного зондування Землі в задачах природокористування / За редакцією В. І. Лялька і М. О. Попова. — К.: Наукова думка, 2006. — 357 с.
3. Воробйов А. І. Спосіб пошуку нафтогазоносних об'єктів на морському шельфі. / А. І. Воробйов, В. І. Лялька, М. О. Попов. Патент України на винахід № 77811. Бюлетень № 1 від 15.01.2007 р.
4. Воробйов А. І. Спосіб пошуку покладів газу на морі / А. І. Воробйов, В. І. Лялька. Патент України на винахід № 94322. Бюлетень № 8 від 26 квітня 2011.
5. Грязевые вулканы Черного моря (каталог) / Е. Ф. Шнюков [и др.]. — К.: Логос, 2015. — 259 с.
6. Егоров В. Н. Метановые сипы в Черном море: средообразующая и экологическая роль / В. Н. Егоров, Ю. Г. Артемов, С. Б. Гулин. Под. ред. Г. Г. Поликарпова // Севастополь: НПЦ “ЭКОСИ-Гидрофизика”, 2011. — 405 с.
7. Леин А. Ю. Потоки метана из холодных метановых сипов Черного и Норвежского морей: количественные оценки / А. Ю. Леин // Геохимия. — 2005. — № 4. — С. 438–453.
8. Мельниченко Т. А. Комплексування літологічної і тектонічної інформації при вирішенні нафтогазових пошукових задач / Т. А. Мельниченко // Збірник наукових праць Інституту геологічних наук НАН України. — Т. 8. — К.: — 2015. — С. 95–102.
9. Мельниченко Т. А. Вплив геотектонічної активності на обсяги газових виділень у північній частині Чорного моря. / Т. А. Мельниченко, А. І. Воробйов, А. М. Гейхман // Доповіді НАН України. К. — 2016. — № 3. — С. 55–60.
10. Нафтогазоперспективні об'єкти України. Перспективи нафтогазоносності бортових зон западин України [Текст]: [монографія] / І. І. Чебаненко [та ін.]; НАН України, Інститут геологічних наук, Національна акціонерна компанія “Нафтогаз України”. — К.: Варта, 2006. — 263 с.
11. Обґрунтування перспектив нафтогазоносності осадового чохла шельфу та глибоководної частини українського сектору Чорного моря Звіт про НДР (заключний). Керівник: В. М. Ольшанецький, виконавці: О. П. Лобасов О. П., В. М. Антонишин, НАК “Нафтогаз України”, ДП “Науково-дослідний інститут нафтогазової промисловості” (ДП “Науконафтогаз”). — К., 2010. — 699 с. Договір № 1-25 від 18.05.05.
12. Шнюков Е.Ф. Газовый вулканизм Черного моря / Е. Ф. Шнюков, В. П. Коболев, А. А. Пасынков // Киев: Логос, 2013. — 384 с.
13. Alan G. Judd The global importance and context of methane escape from the seabed. *Geo-Marine Letters* (2003) 23:147-154. DOI 10.1007/s00367-003-0136-z.
14. Lieven Naudts. Geological and morphological setting of 2778 methane seeps in the Dnepr paleo-delta,

northwestern Black Sea. / Lieven Naudts, Jens Greinert, Yuriy Artemov, Peter Staelens, Jeffrey Poort, Pieter Van Rensbergen, Marc De Batist. *Marine Geology* 227 (2006) 177–199.

15. Katja U. Heeschen. Distribution and height of methane bubble plumes on the Cascadia Margin characterized by acoustic imaging. / Katja U. Heeschen. *Geophys Res. Volume* 30, Issue 12. June 2003.

АНАЛИЗ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ МАКРОПРОСОЧИВАНИЙ МЕТАНА В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЧОРНОГО МОРЯ И ИХ ПРОЯВЛЕНИЯ НА СПУТНИКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ

А. И. Воробьев, Т. А. Мельниченко

Выполнен анализ геологической природы макропросачиваний метана в северо-западной части Черного моря на основе сопоставления их положения относительно нефтегазоперспективных структур и анализа сейсмической информации. Связь положения участков макропросачиваний метана с пересечением двух глубинных разломов свидетельствует о более вероятной глубинной природе метана. Анализ рядов космических снимков (КС) после их компьютерной обработки и визуального анализа свидетельствует об эпизодических проявлениях макропросачиваний метана в виде аномалий на КС.

Ключевые слова: макропросачивания метана со дна моря, акустические методы, глубинные разломы, проявления просачиваний метана на спутниковых изображениях

THE ANALYSIS OF THE METHANE MACROLEAKAGES GEOLOGICAL NATURE IN THE NORTHWEST BLACK SEA AND THEIR DISPLAYS ON SATELLITE IMAGES

A. I. Vorobiev, T. A. Melnichenko

The analysis of the geological nature of the methane macroleakages in the northwest Black sea on the basis of comparison of their position relatively of perspective oil gas structures and the analysis of the seismic information is made. Connection of the methane macroleakages sites location with crossing of two deep faults testifies to more probable deep nature of methane. The analysis of space images numbers after their computer processing and the visual analysis testifies to incidental displays of the methane macroleakages in form of the anomalies on space images.

Keywords: the methane macroleakages from a sea bottom, acoustic methods, deep faults, displays of the methane macroleakages on satellite images