

УДК 528.87:551.35

Оцінка природи температурних аномалій на космознімках Чорного моря

О. О. Янцевич¹, А. І. Воробйов², А. М. Гейхман^{2*}¹ Інститут геологічних наук НАН України, Київ, Україна² ДУ “Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук НАН України”, Київ, Україна

Зіставлення температурних аномалій з геологічними та геофізичними матеріалами свідчить, що температурні аномалії, відображені на космознімках AVHR ймовірно пов'язані з виділенням газів, переважно по розривних порушеннях, що співпадають з зонами розтягнення, які виникають при зсувних рухах розломів широтного та північно-східного простягання.

Ключові слова: газогідрати, грязьові вулкани, метанові газовиділення, газові сипи, газові факели, сезонний термоклин, розломні зони, глибинні каньйони

© О. О. Янцевич, А. І. Воробйов, А. М. Гейхман. 2016

За останні десятиліття виявлені й описані великі поклади газогідратів [3, 11], відкриті глибоководні грязьові вулкани [5] і струминні метанові газовиділення [6].

Установлені в результаті досліджень струминні метанові газовиділення в українському [6, 7] і болгарському [13] секторах Чорного моря дали поштовх до вивчення їхнього генезису, зокрема, до встановлення їхнього зв'язку з осадовими відкладами, тектонічними порушеннями, та покладами вуглеводнів.

Дослідження газового розвантаження у морях Світового океану показали [1, 12], що струминні газовиділення з дна Чорного моря можуть бути класифіковані як холодні сипи (seeps). Поля струминних газовиділень у Чорному морі розташовані в основному на кромці шельфу й материковому схилі Чорного моря, у палеорусласх рік Дніпро, Дунай, Дон і в пригірлових районах ряду кавказьких річок та підводних каньйонах. Дослідження виявили що у літню пору, при великих градієнтах сезонного термокліна, зареєстровано зниження температури в шарі стрибка над сипом на 0.6°. Розрахунки показали, що поперечні розміри майданчиків газового розвантаження часто досягали 300 і більше метрів [2].

Детальними сейсмоакустичними, гідроакустичними дослідженнями й прямими спостереженнями з підводного апарата було встановлено, що численні виходи окремих газових сипів, факелів і їхніх груп тяжіють до розломних зон — тектонічно обумовленим ділянкам разривоутворення, дроблення й зминання порід. У ряді ділянок на дні утворюються так звані газові “болота” різного розміру й форми. Також поряд з газовими факелами, виявлена велика кількість грязьових вулканів. Геоморфологія материкового схилу в районі дослідження ускладнюється те-

расами (уступами) схилу, а також січними каньйонами, хребтами, долинами й терасами долин. Вибіркові положення газових сипів і їх груп щодо локальних форм рельєфу морського дна не встановлене. Однак газові сипи й факели пристосовані переважно до перегинів поверхні дна, але зв'язані як з позитивними формами — підводними сопками, хребтами, уступами, так і з негативними — каньйонами, палеодолинами, лощинами, проваллями [8–10] (рис. 1).

Вперше “холодні аномалії” які пов'язані з газовими сипами були виявлені на дрібномасштабних теплових космознімках поверхневих вод, розташованих у межах північно-західного шельфу Чорного моря в місцях з підвищеним потоком легких вуглеводнів співробітниками Наукового центру аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук НАН України В. І. Ляльком, В. М. Перервою, і В. Є. Філіповичем (усне повідомлення, 1996 р.)

У подальшому ЦАКДЗ послідовно проводив дослідження цих температурних аномалій, результати яких викладені у багатьох звітах.

Дана робота з аналізу температурних аномалій відображених на космознімках AVHR з геолого-тектонічною інформацією виконувалась в межах Прикерченського шельфу Чорного моря.

Було виконано наступні види робіт:

1. Прив'язка космознімків AVHR, SAR.
2. Прив'язка геологічних, тектонічних, геофізичних карт на досліджувану територію.
3. Векторизація геологічних, тектонічних, геофізичних карт на досліджувану територію.
4. Створення геолого-тектонічної векторної основи досліджуваної території.
5. Зіставлення геолого-тектонічної інформації з даними, що отримані з космічних знімків.

Для аналізу були відібрані тільки безхмарні космознімки за 2001–2002 роки. Ці роки були вибрані

* E-mail: ageixman@casre.kiev.ua

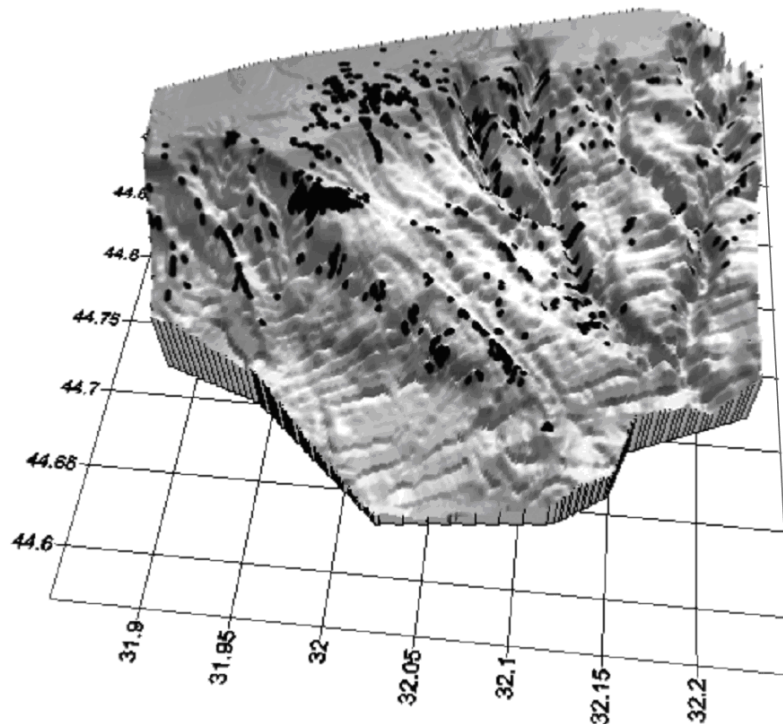


Рис 1. Локалізація струминних метанових газовиділень у районі палеоруслу Дніпра, розташованого в інтервалі глибин 70–1 200 м [2]

тому що їм передували досить значні землетруси в межах Чорного моря, які могли викликати значні викиди газу через тектонічні порушення у водну товщу.

Прив'язку, дешифрування та обробку знімків виконували на комп'ютері з використанням спеціального програмного пакету ERDAS Imagine що дає додатковий приріст інформації, яку складно отримати при звичайному ручному дешифруванні.

Прив'язку та векторизацію геологічних, тектонічних, геофізичних карт виконували у середовищі ПС пакету Mapinfo Professional. Mapinfo Professional — ПС (географічна інформаційна система), яка надає ефективні засоби для візуалізації й аналітичних операцій із просторовими даними. ПС Mapinfo оснащена повноцінним інструментарієм для створення, візуалізації й аналізу просторово прив'язаних даних. Надається можливість редагування як геометричних об'єктів, так і атрибутивних даних. Створювані бази даних можуть бути об'єктами запитів і вибірок за певними критеріями. Mapinfo Professional успішно використовується у геології та інших галузях.

Зібрані та систематизовані при структурно-тектонічних дослідженнях матеріали узагальнювалися у ПС Mapinfo, що дозволило зіставити та узгоджувати різні за змістом, масштабом, рівнем інформативності карти.

Таким чином була створена зведена структурно-тектонічна карта Прикерченського шельфу. В основу її лягли: “Карта фонду нафтогазоперспективних

структур акваторії Азовського та Чорного моря” (З. Я. Войцицький, В. В. Топлюк та ін. 2013 р.), “Карта-схема техногенного навантаження на геологічне середовище північно-східної частини Чорного моря і Азовського моря” (О. Д. Степаняк, Є. Г. Тихоненкова, 2005 р.).

У результаті співставлення структурно-тектонічної інформації з космознімками AVHR були отримані наступні результати:

На рисунку 2 видно, що фрагмент великої температурної аномалії північно-східного простягання, яка розташована у західній частині Прикерченського шельфу, доволі точно співпадає з зоною розлому глибинного закладення того ж самого простягання.

Субмеридіональний та північно-західний фрагменти цієї ж аномалії чітко відображають каньйони на морському дні, згідно “Карті каньйонів Чорного моря” В. І. Мельник, 1998 р. (рис. 3). Існує думка, що виникнення каньйонів відбувається в межах тектонічних порушень.

На цьому знімку слід також відмітити вузьку витягнуту у північно-західному напрямку температурну аномалію що розташована в східній частині Прикерченського шельфу (рис. 2, 3). Вона також чітко співпадає з каньйоном того ж самого простягання і ланцюжком газових факелів винесених з карти рельєфу дна Чорного та Азовського морів (Є. Ф. Шнюков та ін., 1999 р.)

На космознімку від 5 вересня 2001 року чітко виділяється протяжна вузька температурна аномалія північно-західного простягання (рис. 4).

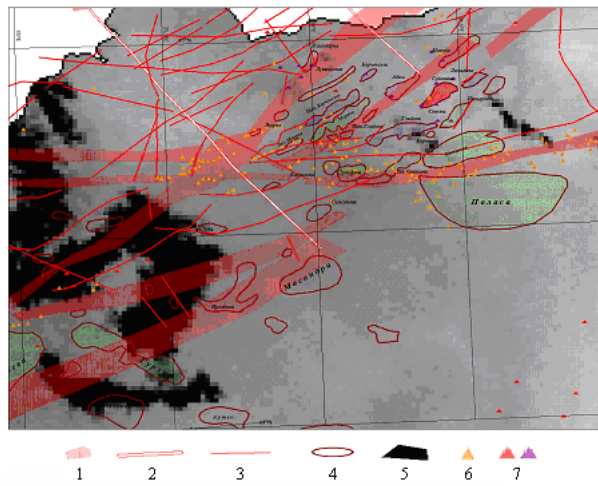


Рис. 2. Співставлення космічного знімку AVHR від 27 серпня 2001 року із “Зведеною структурно тектонічною картою Прикерченського шельфу”.
1 — регіональні розломи; 2 — зональні розломи; 3 — локальні розломи; 4 — локальні структури; 5 — температурні аномалії; 6 — газові факели; 7 — грязьові вулкани

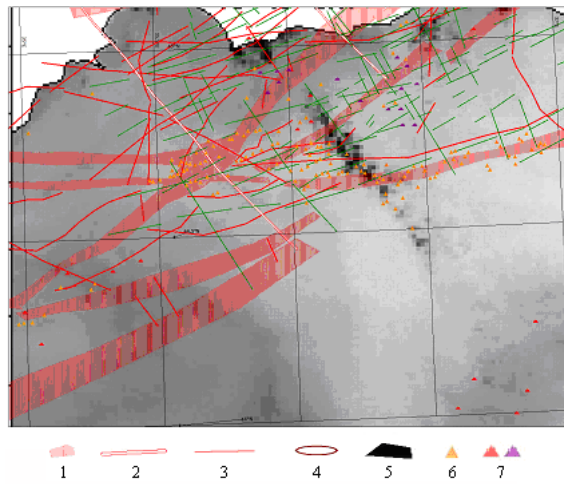


Рис. 3. Співставлення космічного знімку AVHR від 5 вересня 2001 року зі “Зведеною структурно-тектонічною картою Прикерченського шельфу” та динамопарою систем лінеаментів 345–75°.
1 — регіональні розломи; 2 — зональні розломи; 3 — локальні розломи; 4 — локальні структури; 5 — температурні аномалії; 6 — газові факели; 7 — грязьові вулкани

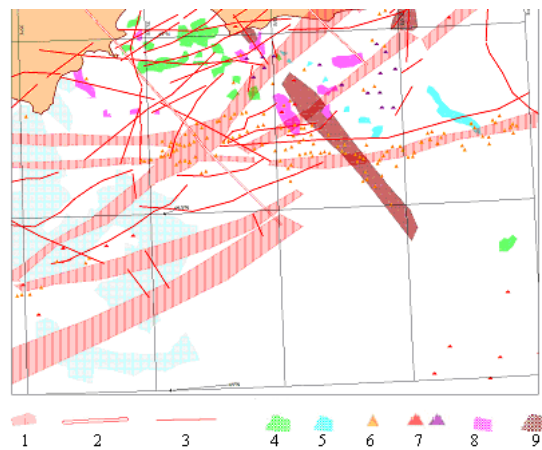


Рис. 4. Співставлення космічного знімку AVHR за 5 вересня 2001 року зі “Зведеною структурно-тектонічною картою Прикерченського шельфу” та динамопарою систем лінеаментів 345–75°

З аномалією співпадає лінеамент дінамопарі систем 345–75°, яка була віддешифрована по космознімках SAR. Північно-західна частина аномалії співпадає з розломом. В цілому аномалія супроводжується ланцюжком газових факелів.

Аналіз розміщення та форми температурних аномалій на космознімках AVHR за період з 26.08 по 05.09.2001 року показав, що більшість аномалій мають вигляд ланцюжків, витягнутих у північно-західному напрямку, причому аномалії за 26, 27, та 28 серпня, знаходяться поряд з аномалією, що відображена на космознімку за 5 вересня але зміщені на захід або на схід від неї.

В цілому можна зробити висновок, що температурні аномалії відображені на космознімках AVHR за період з 26.08 по 05.09.2001 року, ймовірно пов'язані з виділенням газів, переважно, по розривних порушеннях північно-західного простягання з азимутом 345°. Цікаво відмітити, що поряд з цими аномаліями знаходяться два великих розломи мантійного закладання того ж самого простягання.

Це не суперечить висновкам дослідників Занкевича Б. А. та Шафранської Н. В. [4], які на основі структурно-парагенетичного аналізу розломної сітки ПЗ шельфу Чорного моря довели, що зони розвантаження газових факелів співпадають з зонами розтягнення вторинних розломів які виникають при зсувних рухах глибинних розломів широтного та північно-східного простягання.

Література

- Газовыделяющие постройки на дне северо-западной части Черного моря / В. Х. Геворкян [и др.] // Докл. АН УССР. — 1991. — № 4. — С. 80–85.
- Современные представления о средообразующей и экологической роли струйных метановых газовыделений со дна Черного моря / В. Н. Егоров [и др.] // Морський екологічний журнал. — 2003. — № 3. — Т. II.
- Ефремова А. Г. Обнаружение кристаллогидратов в осадках современных акваторий / А. Г. Ефремова, В. Р. Жиченко. // Докл. АН СССР. — 1974. — 214 (5). — С. 1179–1181.
- Занкевич Б. А. Тектоническая позиция зоны газовых факелов северо-западной части Черного моря / Б. А. Занкевич, Н. В. Шафранская // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. — 2009. — № 3. — С. 35–54.
- Грязевые вулканы в глубоководной части Черного моря / М. К. Иванов [и др.] // Вест. Моск. Ун-та. Сер. 4. Геология. — 1989. — № 3. — С. 48–54.
- Поликарпов Г. Г. Виявлено активні газовиділення з дна Чорного моря / Г. Г. Поликарпов, В. М. Єгоров // Вісн. АН УРСР. — 1989. — № 10. — С. 108–111.
- Явление активного газовыделения из поднятий на свале глубин западной части Черного моря / Г. Г. Поликарпов [и др.] // Докл. АН УССР. — 1989. — Сер. Б. — № 12. — С. 13–15.
- Газовые факелы на дне Чёрного моря / Е. Ф. Шнюков [и др.]. — К.: ОН НАН Украины. — 1999. — 134 с.
- Новые проявления газового и грязевого вулканизма в Черном море / Е. Ф. Шнюков [и др.] // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. — 2007. — № 2. — С. 107–110.
- Глубинная природа газовых факелов западной части Черного моря по результатам геофизических исследований / Е. Ф. Шнюков [и др.] // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. — 2005. — № 1. — С. 70–82.
- Ginsburg G. D. Submarine gashydrates / G. D. Ginsburg, V. A. Soloviev // VNII Okeangeologia. — St. Petersburg. — 1998. — 216 p
- Dando P. R. Environmental effects of submarine seeping natural gas / P. R. Dando, M. Hovland // Continental Shelf Research. — 1992. — 12 (10). — P. 1197–1207.
- Dimitrov L. I. Characteristics of gas-acoustic anomalies on the South Bulgarian Black sea shelf / L. I. Dimitrov // Oceanology. — 1989. — 19. — P. 34–41 (bg).

ОЦЕНКА ПРИРОДЫ ТЕМПЕРАТУРНЫХ АНОМАЛИЙ НА КОСМОЗНИМКАХ ЧЕРНОГО МОРЯ

О. О. Янцевич, А. И. Воробьев, А. М. Гейхман

Сопоставление температурных аномалий с геологическими и геофизическими материалами свидетельствует о том, что температурные аномалии, отображенные на космоснимках AVHR вероятно связаны с выделением газов преимущественно по разрывным нарушениям, которые совпадают с зонами растяжений, которые возникают при сдвиговых движениях глубинных разломов широтного и северо-восточного протяжения.

Ключевые слова: газогидраты, грязевые вулканы, метановые газовыделения, газовые сипы, газовые факелы, сезонный термоклин, разломные зоны, глубинные каньоны

AN ESTIMATION OF NATURE OF TEMPERATURE ANOMALIES ON THE SPACE PICTURES OF THE BLACK SEA

O. O. Yanzevich, A. I. Vorobyev, A. M. Geykhman

In the article are given the results of comparison of temperature anomalies which are displayed on the satellite images AVHR with geological and tectonic information in limits of a northeast shelf of the Black sea. The satellite images were decoded with the help of software's ERDAS IMAGINE. Comparison of temperature anomalies with geological and geophysical materials shows, that the temperature anomalies displayed on satellite images AVHR are probably connected to bleeding of gases, mainly, on faults to zones, which arise, at shift motions on deep faults of the northeast and latitudinal strikes.

Key words: gashydrates, mud volcanoes, methane gas emissions, gas vultures, gas flares, seasonal thermocline, fractured zones, deep canyons