

## Đặc điểm hình thành gas hydrate, dự báo gradient địa nhiệt khu vực đông bắc vùng biển Quy Nhơn

Lê Ngọc Ánh<sup>1,\*</sup>

*Trường Đại học Mở - Địa chất*

### TÓM TẮT

Gas hydrate phát triển rộng khắp các vùng trên thế giới, chủ yếu dọc theo bờ các biển sâu và đại dương. Chúng phân bố trong lòng đất ở dạng các tích tụ địa tầng, cấu tạo hoặc hỗn hợp. Sự có mặt của gas hydrate mở ra một triển vọng lớn về nguồn năng lượng mới trong tương lai. Giới hạn địa tầng bên dưới của gas hydrate được xác định là mặt phản xạ BSR trên tài liệu địa chấn. Dựa vào điều kiện nhiệt độ và áp suất tồn tại của đới gas hydrate ổn định, mặt phản xạ BSR xác định được tại vùng biển Quy Nhơn đã được sử dụng để dự báo geothermal gradient tại khu vực này với giá trị dao động từ 20 - 26 °C/km.

*Từ khóa:* Gas hydrate; Quy Nhơn; Gradient địa nhiệt.

### 1. Giới thiệu

Gas hydrate là các tinh thể băng rắn được thành tạo từ các phân tử nước (mạng giam giữ) và các phân tử khí tự nhiên nhẹ như metan, etan, propan, butan hay cacbon dioxit (phân tử bị giam giữ). Gas Hydrate hình thành khi hội tụ đầy đủ các điều kiện về nhiệt độ, áp suất, độ bão hòa khí, tính chất hóa học của môi trường. Gas Hydrate thành tạo trong các khe rỗng của trầm tích và đóng vai trò như xi măng gắn kết các hạt đá. Khi hàm lượng khí methane vượt quá 75% thành phần của Gas Hydrate thì thường được gọi là Methane Hydrate (Mazzini et al., 2004, Popescu et al., 2006). Hầu hết Gas Hydrate có màu trắng đục, ngoài ra người ta cũng đã tìm thấy ở biển Mexico có màu vàng thậm chí màu đỏ. Còn ở đáy Đại Tây Dương và cao nguyên Black-balama có màu xám xanh da trời. Có lẽ do ảnh hưởng của tạp chất nên màu sắc của gas hydrate tìm thấy ở từng vùng có màu sắc khác nhau (Demirbas, 2010) (Hình 1).



*Hình 1. Các mẫu gas hydrate đang cháy (Demirbas, 2010)*

Gas Hydrate hình thành ở nhiệt độ thấp, áp suất cao và có nguồn sinh khí đầy đủ; vì vậy trong tự nhiên tồn tại ở 2 kiểu chế độ địa chất cơ bản: vùng Cực, ở dưới các lớp băng và thứ hai là nơi dưới đáy biển, nơi có độ sâu trên 500m. Rìa lục địa Việt Nam có một số khu vực có chế độ địa chất thứ hai, bề dày của các tích tụ Gas Hydrate có thể lên tới hàng trăm mét.

Ở khu vực băng vĩnh cửu (vùng Bắc Cực) luôn tồn tại một lớp băng dày hàng nghìn mét, tạo nên áp suất lớn cùng điều kiện nhiệt độ luôn thấp là nơi thuận lợi để tạo thành gas hydrate. Hơn nữa bản thân lớp băng này cũng là lớp chắn tốt tạo thành bẫy chứa tích tụ khí. Do đó khu vực băng vĩnh cửu có thể chứa hàng nghìn tỉ m<sup>3</sup> khí methane đồng thời cũng là nơi dự trữ khí khổng lồ có thể khai thác sử dụng trong tương lai.

Với gradient áp suất khoảng 1MPa/100m nước, thì ở độ sâu 500m áp suất khoảng 5 MPa, nhiệt độ 7-8 °C là điều kiện lý thích hợp hình thành gas hydrate (Kvenvolden, 1988).

<sup>\*</sup> Tác giả liên hệ

Email: lengocanh@hmg.edu.vn

Bài báo này sẽ nêu tổng quan về lịch sử nghiên cứu gas hydrate, quy luật phân bố của gas hydrate trong không giới hạn về không gian và địa tầng cũng như ứng dụng của sự xuất hiện gas hydrate tại vùng biển Quy Nhơn để dự báo gradient địa nhiệt cho khu vực này.

## 2. Lịch sử nghiên cứu gas hydrate

Những nghiên cứu về Gas Hydrate được bắt đầu vào năm 1778 (bởi Priestly), trong khi đó tính chất hóa học của Gas Hydrate được phát hiện vào năm 1810 bởi Sir Humphrey Davy, ông đã nhận ra tính thể dạng băng được thành tạo khí dung dịch bão hòa khí được làm lạnh. Bảng 1 chỉ ra các mốc lịch sử quan trọng trong nghiên cứu gas hydrate. Gas hydrate ban đầu được nghiên cứu và phát hiện trong phòng thí nghiệm được xem là hiện tượng lạ kỳ vì chúng được hình thành phía ngay phía trên điểm ngưng của nước. Sự tồn tại của gas hydrate tại đáy đại dương được phát hiện đầu tiên dựa vào những quan sát trên tài liệu địa chấn vào những năm 1970 (Tucholke et al., 1977). Các hoạt động tìm kiếm thăm dò gas hydrate được triển khai bởi các nhà hải dương học và địa chất dầu khí trong suốt những thập kỷ qua đã giúp làm sáng tỏ sự phân bố trên diện rộng của khí gas hydrate trên thêm lục địa của thế giới (Gupta, 2004).

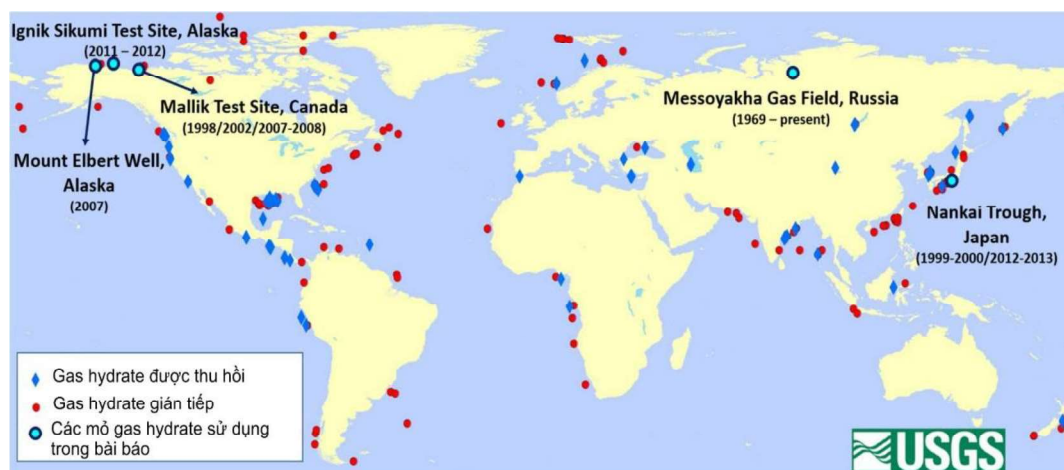
*Bảng 1. Lịch sử các phát hiện và nghiên cứu gas hydrate*

Năm	Thành tựu
1888	Metan Gas Hydrate được lần đầu tiên phát hiện bởi Villard
1934	Hydrate gây tắc nghẽn các đường ống
1952	Cấu trúc tinh thể I (sl - structure I) được xác minh
1964	Gas Hydrate được tìm thấy ở vùng đóng băng Siberia (Nga)
1970	Các nhà hải dương học khoan qua tích tụ Gas Hydrate
1981	Một tàu khoan ở Guatemala đã lấy được một mẫu Gas Hydrate
1982	Bắt đầu tìm kiếm có chủ đích các tích tụ Gas Hydrate

## 3. Quy luật phân bố gas hydrate

Theo dự báo của các nhà khoa học, các tích tụ Hydrate khí phân bố hầu như khắp nơi dọc theo bờ các biển sâu, đại dương (Hình 2). Những nơi Hydrate khí phong phú nhất trên thế giới là Xibiri, các vùng biển Đông Bắc Á, biển Đông, thềm lục địa Nhật Bản (đặc biệt là phía Đông), vùng lục địa phía Bắc Mỹ, Bắc Alasca, Thái Lan,... Trữ lượng của hydrate khí ở Canada được xem là nhiều nhất thế giới, sau đó là Nga, Hoa Kỳ, Ấn Độ, Nhật, Trung Quốc. Tinh thể khí hydrate tích tụ tại biển Đông được đánh giá có chất lượng tốt nhất với hàm lượng khí metan tới 99%.

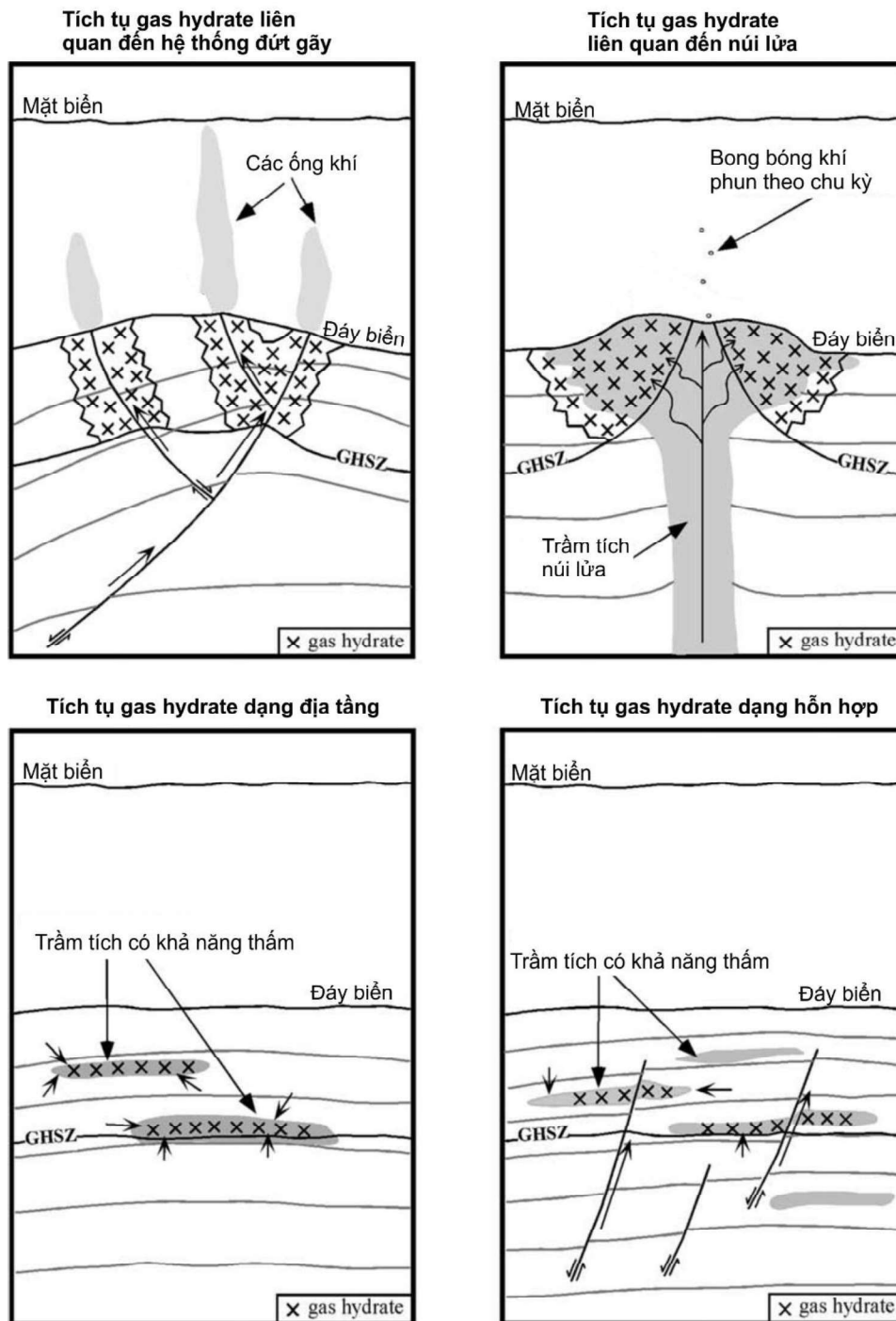
Theo Iu.A Diain và A.L Gusin - Đại học Tổng hợp Novosibirsk, trữ lượng Hydrocarbon (chủ yếu là Metan) chứa trong Hydrate khí có thể tới  $2,1 \cdot 10^{16} \text{ m}^3$ , lớn gấp 2 lần trữ lượng nhiên liệu hoá thạch quy đổi có trên hành tinh. Nếu khai thác được thì chỉ 10% lượng khí trên cũng đã gấp 2 lần lượng khí khai thác từ các nguồn truyền thống. Trữ lượng của Hydrate khí ở Canada được xem là nhiều nhất Thế giới, sau đó là Nga, Hoa Kỳ, Ấn Độ, Nhật, Trung Quốc.



*Hình 2. Bản đồ phân bố gas hydrate trên thế giới (dựa theo tài liệu của US Geological Survey \_ USGS), cập nhật đến năm 2013 (Chong et al., 2016)*

#### 4. Các dạng tích tụ gas hydrate

Có 3 dạng tích tụ gas hydrate được phân loại dựa vào đường dẫn chất lưu và mức độ tập chung của gas hydrate trong đới gas hydrate ổn định (GHSZ) (Hình 3). Các tích tụ cấu tạo tồn tại khi hệ thống đứt gãy, núi lửa và các cấu trúc địa chất khác tạo đường dẫn cho chất lưu dịch chuyển từ dưới đi lên tiến vào đới GHSZ. Đối với các tích tụ dạng địa tầng, các tinh thể gas hydrate thường được hình thành do khí sinh học tạo ra tại chỗ hoặc được dịch chuyển đến với tốc độ chậm từ các nguồn dưới sâu. Tích tụ dạng hỗn hợp là sự kết hợp của cả dạng cấu tạo và địa tầng.



Hình 3. Tích tụ gas hydrate dạng cấu tạo, địa tầng và hỗn hợp (Milkov and Sassen, 2002)

## 5. Dự báo gradient địa nhiệt tại vùng biển Đông Bắc Quy Nhơn

### 5.1. Phương pháp nghiên cứu

Một trong những dấu hiệu để nhận biết sự tồn tại của gas hydrate là mặt phản xạ mô phỏng đáy biển (BSR). Mặt này được xem là đáy của đới gas hydrate ổn định. Dickens and Quinby - Hunt (1994) đã xây dựng công thức thực nghiệm để xác định nhiệt độ tại đáy của đới GHSZ hay chính là nhiệt độ tại mặt phản xạ BSR trên tài liệu địa chấn.

$$\frac{1}{T} = 3,75 \cdot 10^{-3} - 2,83 \cdot 10^{-4} \cdot (\log P) \quad (1)$$

Trong đó:

T: Nhiệt độ tại mặt phản xạ BSR (°K)

P: Áp suất tại mặt phản xạ BSR (MPa)

Để xác định được áp suất tại mặt phản xạ BSR, các bước làm cụ thể như sau:

- Sử dụng tài liệu địa chấn 2D, xác định thời gian truyền sóng (TWT, ms) tới BSR và vị trí tương ứng tại đáy biển.

- Sau đó thời gian truyền sóng được chuyển đổi sang độ sâu (Z, mét).

- Từ độ sâu đáy biển ( $Z_{SF}$ , mét), dựa trên đồ thị Hình 4 xác định nhiệt độ đáy biển ( $T_{SF}$ , °C).

- Từ độ sâu mặt BSR ( $Z_{BSR}$ , mét), tính áp suất thủy tĩnh tại đó ( $P_{BSR}$ , MPa) theo công thức sau:

$$P = \rho_{sea\ water} \cdot g \cdot Z \cdot 10^{-6} \quad (2)$$

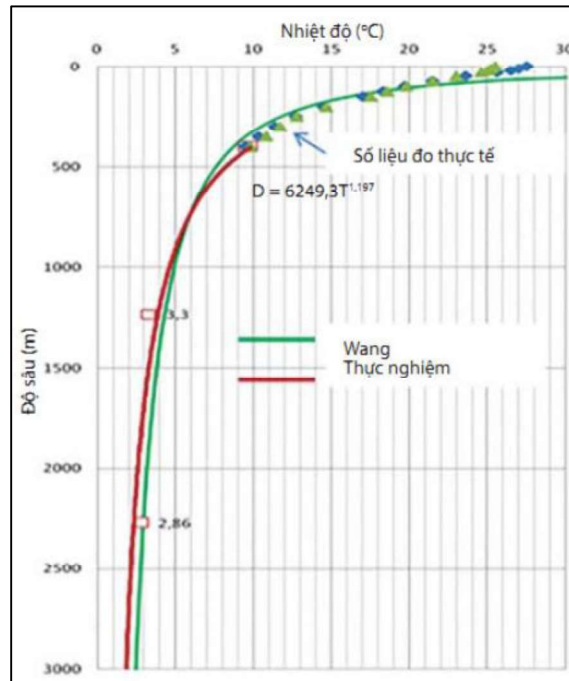
Trong đó:

P: Áp suất thủy tĩnh, đơn vị là Mpa

$\rho_{sea\ water}$ : mật độ của nước biển, giá trị trung bình khoảng 1025 kg/m<sup>3</sup>

g: Giá tốc trọng trường, giá trị trung bình giá trị trung bình 9.8 m/s<sup>2</sup>

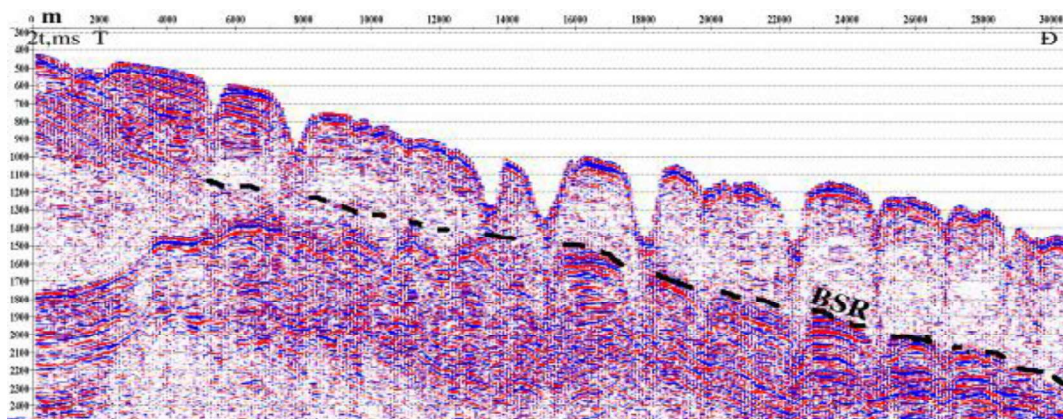
Z: chiều cao cột nước biển, đơn vị là mét.



Hình 4. Đường cong nhiệt độ nước biển Đông theo độ sâu từ số liệu thực tế và công thức của Wang (Cường et al., 2014)

### 5.2. Kết quả nghiên cứu

Ở đây, tác giả sử dụng kết quả minh giải địa chấn 2D của Nguyễn biểu (2011). Kết quả tính toán được biểu diễn trong Bảng 2. Kết quả tính toán cho ra Gradient địa nhiệt của đới Gas Hydrate tại vùng sườn lục địa Đông Nam Quy Nhơn vào khoảng trên 20 - 26°C/km.



Hình 5. Mặt cắt địa chấn qua đới thoát khí phức tạp hình dạng thước phát triển trên hệ đứt gãy á kinh tuyến trong khoảng 109°30' vùng biển Đ-B Quy Nhơn (Biểu, 2011).

Bảng 2. Kết quả tính toán giá trị gradient địa nhiệt khu vực ĐB vùng biển Quy Nhơn

Mẫu	TWT_SF (ms)	TWT_BSR (ms)	Z_SF (m)	T_SF (độ C)	H_BSR (m)	Z_BSR (m)	P_BSR (MPa)	I/T (1/K)	T (độ C)	Gradient (độ C/m)
1	760	1230	570	6.8	470	423	9.99707	0.003467	15.431	0.020404
2	810	1320	607.5	6.5	510	459	10.73703	0.0034583	16.163	0.021052
3	950	1400	712.5	6	450	405	11.25048	0.0034525	16.644	0.026281
4	1050	1690	787.5	5.7	640	576	13.72709	0.0034281	18.710	0.022586
5	1130	1780	847.5	5.4	650	585	14.42175	0.003422	19.227	0.023636
6	1220	2000	915	5.2	780	702	16.27921	0.0034071	20.504	0.021801
7	1300	2110	975	4.9	810	729	17.15509	0.0034007	21.060	0.022167
8	1450	2200	1087.5	4.5	750	675	17.74404	0.0033965	21.419	0.025065

(Ghi chú: SF: Seafloor)

## 6. Kết luận

Gas hydrate đã được nghiên cứu từ rất lâu từ những năm 1888 nhưng mãi đến gần 100 năm sau cùng với sự phát triển của địa chấn phân giải cao, gas hydrate bắt đầu được đưa vào tìm kiếm có chủ đích. Đến nay, gas hydrate được khoanh định hầu như khắp nơi dọc theo bờ các biển sâu, đại dương. Trữ lượng hydrocacbon (chủ yếu là metan) chứa trong hydrate khí có thể tới  $2,1 \cdot 10^{16} \text{ m}^3$ , lớn gấp 2 lần trữ lượng nhiên liệu hoá thạch quy đổi có trên hành tinh. Gas hydrate được phân bố trong các tích tụ dạng cấu tạo, địa tầng hoặc hỗn hợp. Điều kiện tồn tại của gas hydrate là nhiệt độ thấp và áp suất cao. Dựa vào dấu hiệu gián tiếp là mặt phản xạ BSR tại khu vực Quy nhơn, gradient địa nhiệt được tính toán và dự báo cho khu vực này có giá trị dao động từ 20 - 26 °C/km.

## Tài liệu tham khảo

- Biểu, N. 2011. Khoanh vùng triển vọng khí Hydrat (GH) ở sườn lục địa Tây và Tây Nam Biển Đông, Việt Nam. *Tàu địa chấn biển Bình Minh 2 của Việt Nam*.
- Chong, Z. R., Yang, S. H. B., Babu, P., Linga, P. & Li, X.-S. 2016. Review of natural gas hydrates as an energy resource: Prospects and challenges. *Applied energy*, 162, 1633-1652.
- Cường, T. X., Hung, N. M., Son, N. H. & Minh, T. Q. 2014. Thu thập, phân tích, tổng hợp các tài liệu về khí hydrate để xác định các dấu hiệu, tiền đề về tiềm năng khí hydrate ở các vùng biển và thềm lục địa Việt Nam. *Viện Dầu khí Việt Nam*.
- Demirbas, A. 2010. Natural gas. *Methane Gas Hydrate*, 57-76.
- Dickens, G. R. & Quinby - Hunt, M. S. 1994. Methane hydrate stability in seawater. *Geophysical Research Letters*, 21, 2115-2118.
- Gupta, A. K. 2004. Marine gas hydrates: their economic and environmental importance. *CURRENT SCIENCE-BANGALORE*, 86, 1198-1199.

- Kvenvolden, K. A. 1988. Methane hydrate—a major reservoir of carbon in the shallow geosphere? *Chemical geology*, 71, 41-51.
- Mazzini, A., Ivanov, M., Parnell, J., Stadnitskaia, A., Cronin, B., Poludetkina, E., Mazurenko, L. & Van Weering, T. 2004. Methane-related authigenic carbonates from the Black Sea: geochemical characterisation and relation to seeping fluids. *Marine Geology*, 212, 153-181.
- Milkov, A. V. & Sassen, R. 2002. Economic geology of offshore gas hydrate accumulations and provinces. *Marine and Petroleum geology*, 19, 1-11.
- Popescu, I., De Batist, M., Lericolais, G., Nouzé, H., Poort, J., Panin, N., Versteeg, W. & Gillet, H. 2006. Multiple bottom-simulating reflections in the Black Sea: potential proxies of past climate conditions. *Marine Geology*, 227, 163-176.
- Tucholke, B. E., Bryan, G. M. & Ewing, J. I. 1977. Gas-hydrate horizons detected in seismic-profiler data from the western North Atlantic. *AAPG bulletin*, 61, 698-707.
- Chopra and Marfurt 2007, Seismic Attributes For Prospect Identification And Reservoir Characterization
- Kohonen, T. (1982). Self-organized formation of topologically correct feature maps. *Biological Cybernetics*, 43:59-69 Publisher: Society of Exploration Geophysicists
- Roksandić M., 2006, Seismic facies analysis concepts: Geophysical Processing Vol.26, p. 382-398.
- Russell, B., Hampson, D., Schuelke, J., and Quirein, J., 1997, Multi-attribute Seismic Analysis: The Leading Edge, October, 1997, p1439.

## ABSTRACT

### The nature of Gas hydrate and estimating geothermal gradient of North-East Quy Nhon sea

Le Ngoc Anh<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Hanoi University of Mining and Geology*

Gas hydrate has been documented worldwide, along the continental shelf and ocean. They occur at different water depth and in different tectonic settings. Gas hydrate accumulation has been classified into three types distinguished based on the mode of fluid migration and gas hydrate concentration. The base of gas hydrate is marked by the Bottom Simulating Reflection (BSR). Based on the occurrence of BSR along the Quy Nhon sea, the geothermal gradient of the area has been estimated at 20 - 26 °C/km.

**Keywords:** Gas hydrate; Quy Nhon; Geothermal gradient.