

ĐỊA TẦNG PHÂN TẬP TRẦM TÍCH MIOCEN GIỮA KHU VỰC TRUNG TÂM BỂ NAM CÔN SƠN

Nguyễn Văn Kiều¹, Bùi Việt Dũng¹, Nguyễn Thanh Tùng¹, Phạm Thị Diệu Huyền¹, Phạm
Hong Trang¹, Phạm Nguyễn Hà Vũ², Phùng Xuân Quân³

¹Trung tâm Nghiên cứu Tìm kiếm Thăm dò và Khai thác Dầu khí - Viện Dầu khí Việt Nam;

²Trường Đại học Khoa học Tự nhiên - ĐHQGHN; ³Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản

Tóm tắt: Trên cơ sở tổng hợp và phân tích các kết quả địa chấn, địa vật lý giếng khoan và phân tích cổ sinh, nhóm tác giả đã phân chia chi tiết trầm tích Miocen giữa khu vực Trung tâm bể Nam Côn Sơn thành 04 tập (sequence) S1, S2, S3 và S4 theo phương pháp địa tầng phân tập. Ranh giới phân tập là các bề mặt bất chỉnh hợp và chỉnh hợp tương quan liên kết được theo tài liệu địa chấn và tài liệu giếng khoan gồm: MRS-1 (15,5 Tr.n), MRS-2 (14,0 Tr.n), MRS-3 (13,1 Tr.n), MRS-4 (12,1 Tr.n) và MRS-5 (10,4 Tr.n). Trong mỗi tập trầm tích, các hệ thống trầm tích biển tiến (TST) và hệ thống trầm tích biển thoái (RST) được phân chia dựa trên ranh giới bề mặt ngập lụt cực đại (Mfs). Trong đó, hệ thống trầm tích biển tiến của tập S1, S4 có diện tích phân bố hẹp hơn so với tập trầm tích S2, S3 và chủ yếu tập trung ở phần phía Đông - Đông Nam khu vực nghiên cứu. Trầm tích hình thành vào cuối Miocen giữa tương ứng với hệ thống trầm tích biển thoái của tập S4 được đánh dấu bởi một loạt các hoạt động xâm thực và bào mòn mạnh của lòng sông cổ phát triển theo phương Tây Bắc - Đông Nam và Tây-Đông.

1. Mở đầu

Nghiên cứu địa tầng các thành tạo trầm tích Kainozoi bể Nam Côn Sơn được các nhà địa chấn, trầm tích học, nhà địa tầng học nghiên cứu từ những năm 1986. Kết quả phân chia địa tầng từ trước đến nay, đã phân trầm tích bể Nam Côn Sơn thành 5 hệ tầng chính dựa trên phương pháp thạch địa tầng, sinh địa tầng và địa chấn địa tầng bao gồm: hệ tầng Cau - tuổi Oligocen; hệ tầng Dừa - tuổi Miocen sớm; hệ tầng Thông - Măng Cầu tuổi Miocen giữa; hệ tầng Nam Côn Sơn - tuổi Miocen muộn và hệ tầng Biển Đông - tuổi Pliocen - Đệ tứ (Hiệp và nnk, 2005).

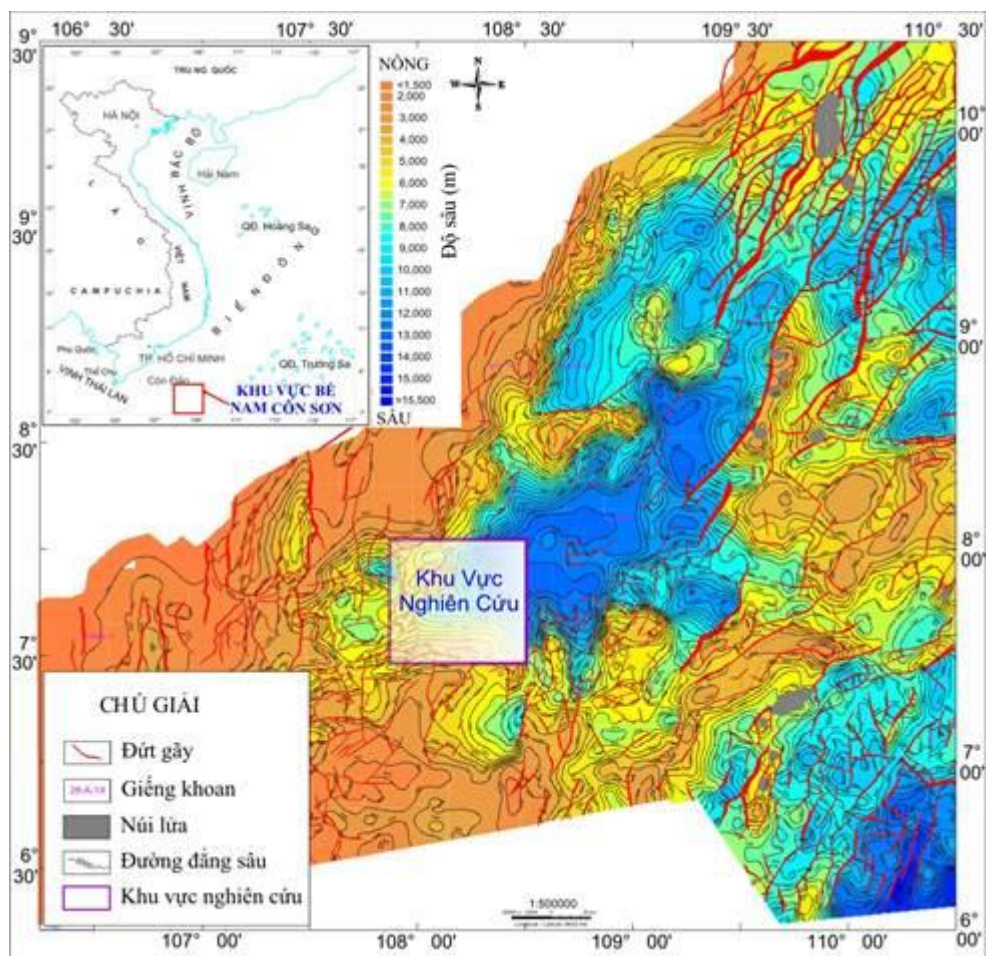
Theo cách phân định địa tầng như trên, nhiều công trình, bài báo nghiên cứu trong và ngoài nước đã công bố các kết quả nghiên cứu mang tính khu vực về điều kiện hình thành, lịch sử phát triển bể Nam Côn Sơn dựa trên nghiên cứu tài liệu địa chất, địa vật lý từ năm 1974 đến nay (Hiệp và nnk, 2005). Nhưng có rất ít các nghiên cứu đi sâu vào phân tích chi tiết các tập trầm tích nhỏ hơn gắn với các thời kỳ dâng-hạ mực nước biển trong mỗi hệ tầng theo quan điểm về địa tầng phân tập.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng phương pháp địa tầng phân tập trên cơ sở tích hợp các kết quả phân tích tài liệu địa chấn, địa vật lý giếng khoan và phân tích cổ sinh vào việc phân tập các thành tạo trầm tích tuổi Miocen giữa khu vực Trung tâm bể Nam Côn Sơn. Trầm tích Miocen giữa khu vực nghiên cứu được phân thành các tập (sequences), các hệ thống trầm tích (systems tract) tương ứng với từng thời kỳ dâng cao và hạ thấp mực nước biển xác định được trong khu vực nghiên cứu (Hình 1). Các kết quả phân tích môi trường trong bài báo là sản phẩm được kế thừa kết quả nghiên cứu từ luận văn thạc sĩ khoa học của Nguyễn Văn Kiều (2012).

2. Khái quát địa chất khu vực

Khu vực nghiên cứu nằm ở phần Trung tâm của bể Nam Côn Sơn với diện tích vào khoảng 3000 km². Lịch sử phát triển địa chất của khu vực nghiên cứu gắn liền với hoạt động kiến tạo chung của bể trầm tích Nam Côn Sơn và được phân tách thành các giai đoạn khác nhau (Tuấn và nnk, 2016; Xí Nghiệp Liên doanh Vietsopetro, 2011;

Matthews, 1997). Pha tách giãn thứ nhất ở bể Nam Côn Sơn xảy ra trong giai đoạn Eocen-Oligocen sớm theo phương Bắc - Nam tạo ra các địa hào và bán địa hào. Tiếp theo đó là một giai đoạn kiến tạo bình ổn (Intra-rift) bắt đầu từ Oligocen muộn đến Miocen sớm. Pha tách giãn thứ hai xảy ra vào cuối Miocen sớm đến hết Miocen giữa theo phương Tây Bắc - Đông Nam phát triển ở phần phía Bắc của bể. Ở phần trung tâm và Đông Nam, các hệ thống đứt gãy dần chuyển sang phương Bắc Đông Bắc - Nam Tây Nam. Xuống đến rìa Tây Nam của bể, các đứt gãy hoàn toàn có phương Bắc-Nam. Pha tách giãn thứ hai của bể được kết thúc bằng mặt bất chỉnh hợp mang tính khu vực Miocen giữa (MMU). Giai đoạn sau tách giãn (Post- rift) tuổi Miocen muộn - Đệ tứ được đánh dấu bởi hoạt động kiến tạo khá bình ổn so với giai đoạn trước. Hầu hết các đứt gãy đều kết thúc hoạt động vào cuối Miocen. Trong giai đoạn Pliocen - Đệ tứ trầm tích phát triển rộng với bề dày trầm tích tăng dần về phía Đông của bể.



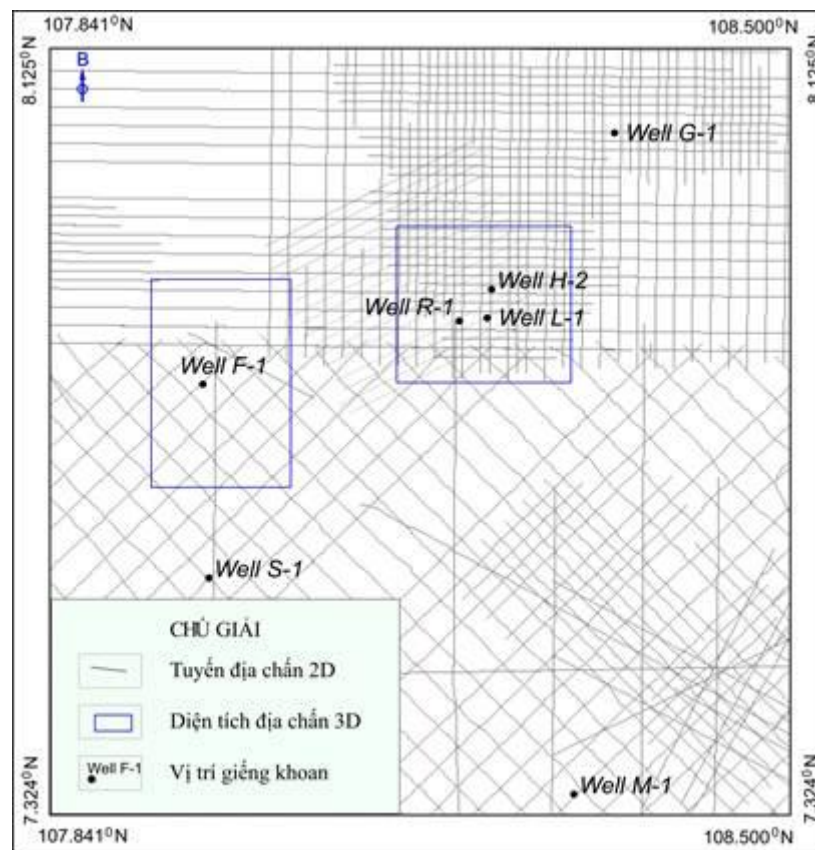
Hình 1. Bản đồ cấu trúc móng bể Nam Côn Sơn và vị trí khu vực nghiên cứu (Tuấn và nnk, 2016)

Dưới ảnh hưởng của hoạt động kiến tạo, đặc điểm cổ địa lý và môi trường trầm tích phát triển trong bể cũng thay đổi qua từng giai đoạn. Trong giai đoạn Oligocen, các trầm tích được hình thành chủ yếu trong môi trường đầm hồ, châu thổ đến tam giác châu lấp đầy các địa hào và bán địa hào. Chuyển lên Miocen sớm, do các hoạt động kiến tạo tương đối bình ổn, môi trường sông chiếm ưu thế ở phía Tây và Tây Bắc. Phần phía Đông của bể phát triển các thành tạo trầm tích hình thành trong môi trường ven biển và

Tài liệu địa chất bao gồm: một vài nghiên cứu trước đây về địa tầng, lịch sử phát triển bể, môi trường trầm tích (Kiều, 2012; Xí Nghiệp Liên doanh Vietsopetro, 2011; Fyhn Michael, 1997); kết quả phân tích tuổi và môi trường từ tài liệu cổ sinh (Fyhn Michael, 1997).

Tài liệu địa vật lý bao gồm: tham khảo kết quả minh giải địa vật lý cập nhật gần đây; sử dụng tổ hợp đường cong địa vật lý giếng khoan (gamma-ray, sonic), các tuyến địa chấn thuộc khu vực nghiên cứu được thực hiện từ năm 1978 đến nay (Fyhn Michael, 1997) (Hình 3).

Nhìn chung, các kết quả phân tích địa chất và chất lượng tài liệu địa vật lý được phân tích, xử lý với chất lượng khá tốt, độ tin cậy cao phục vụ phân chia và liên kết các tập (sequence) và các hệ thống trầm tích (systems tract) theo mô hình địa tầng phân tập đã lựa chọn cho các thành tạo trầm tích Miocen khu vực trung tâm bể Nam Côn Sơn.



Hình 3. Sơ đồ tuyến địa chấn và vị trí giếng khoan phục vụ nghiên cứu

3.2. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp địa tầng phân tập được phát triển từ những thập kỷ 50 và 60 dựa trên các quan điểm về địa chấn địa tầng và mối quan hệ với sự thay đổi mực nước biển. Người khởi xướng đầu tiên là Sloss và nnk (1949) xuất phát từ khái niệm tập (sequences): “Tập là đơn vị trầm tích được giới hạn bởi hai bất chỉnh hợp” (Embery, 1992). Trong những thập kỷ 80, phương pháp địa chấn địa tầng đã được mở rộng nhờ các mô hình không gian tích tụ (Jervey và nnk, 1988; Vail và nnk, 1988; Embary và nnk, 1992; Catuneanu và nnk, 2009) (Catuneanu và nnk, 2009; Posamentier và nnk,

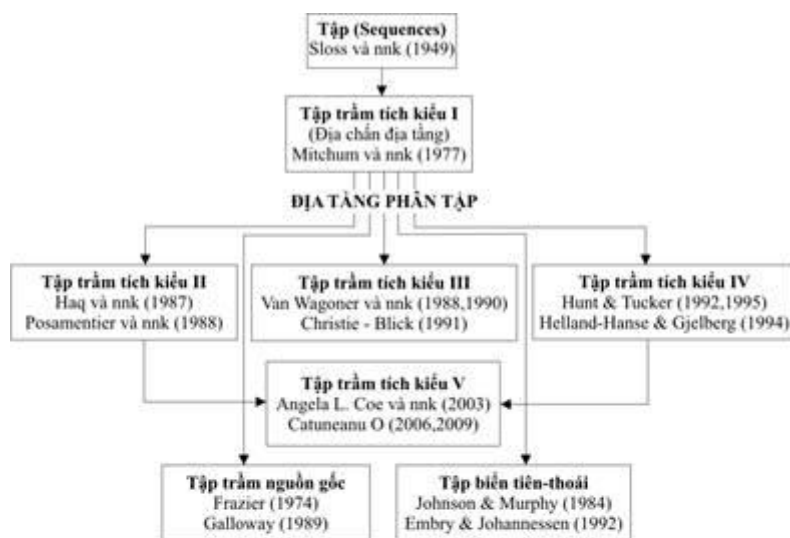
1988) (Hình 4). Chính nhờ các công trình nghiên cứu trong giai đoạn này đã củng cố thêm và tạo được nền tảng cho sự ra đời của phương pháp địa tầng phân tập “Sequence stratigraphy method”. Trong đó, các đơn vị địa chân được phân biệt dựa trên các đặc điểm như tính liên tục phản xạ, biên độ, tần số và kiểu phân lớp (Hình 5). Đặc điểm tương - môi trường trầm tích và liên kết giếng khoan được xác định dựa trên phương pháp phân tích cổ sinh và phân tích hình dạng đường cong gamma-ray (Hình 6).

Phân tích ưu, nhược điểm của từng mô hình, khả năng ứng dụng và cơ sở tài liệu hiện có, tác giả đã lựa chọn mô hình địa tầng phân tập của Embary & Jonhannessen (1992) áp dụng vào phân tích trầm tích Miocen giữa khu vực Trung tâm bể Nam Côn Sơn. Theo mô hình này, tập trầm tích và hệ thống trầm tích được định nghĩa và ký hiệu như sau:

Tập (Sequence - S): Trên cơ sở khái niệm đầu tiên về tập của Sloss và nnk (1949); nhóm tác giả Embry & Johannessen và nnk (1992) đã đưa ra khái niệm: “Tập là tập hợp của 2 hệ thống trầm tích bao gồm hệ thống trầm tích biển tiến (TST) và biển thoái (RST) ứng với hai thời kỳ dâng-hạ mực nước của một chu kỳ dao động mực nước biển và được giới hạn bởi nóc và đáy là các mặt biển thoái cực đại (MRS-ranh giới tập)”.

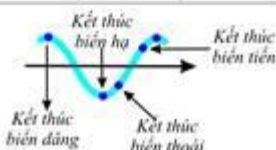
Hệ thống trầm tích biển tiến (transgressive systems tract -TST) được hình thành vào thời kỳ dâng cao của mực nước, khi mực nước biển ở vị trí thấp nhất tăng dần lên và đạt cực đại để hình thành mặt ngập lụt cực đại (Mfs) trong một chu kỳ giao động mực nước biển.

Hệ thống trầm tích biển thoái (regressive systems tract - RST) được hình thành trong thời kỳ hạ thấp của mực nước biển, khi mực nước biển ở vị trí cao nhất hạ xuống vị trí thấp nhất trong một chu kỳ dao động mực nước biển.

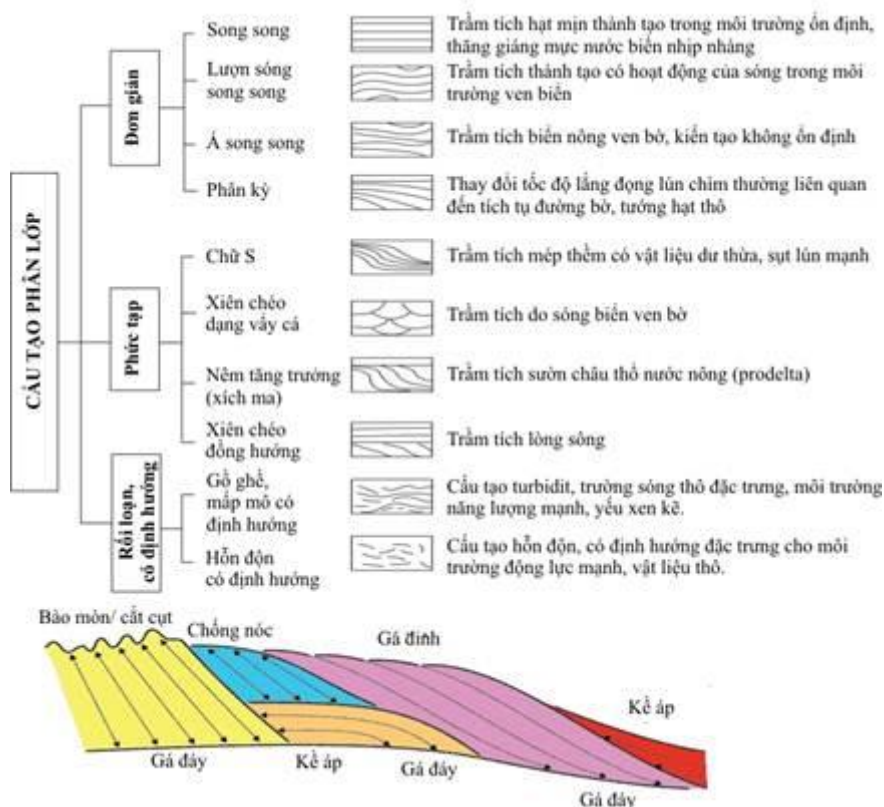


Mô hình tập Sự kiện	TẬP TRẦM TÍCH KIỂU II	TẬP TRẦM TÍCH KIỂU III	TẬP TRẦM TÍCH KIỂU IV	TẬP NGUỒN GỐC	TẬP TIẾN - THOÁI	TẬP TRẦM TÍCH KIỂU V
Kết thúc biến tiến	HST	HST sớm	HST	HST	RST	HST
Kết thúc biến thoái	TST	TST	TST	TST	TST	TST
Kết thúc biến hạ	LST muộn	LST sớm	LST	LST muộn	LST	LST
Kết thúc biến dâng	LST sớm	HST muộn	FSST	LST sớm	RST	FSST
	CC*	HST sớm	HST	HST		CC*

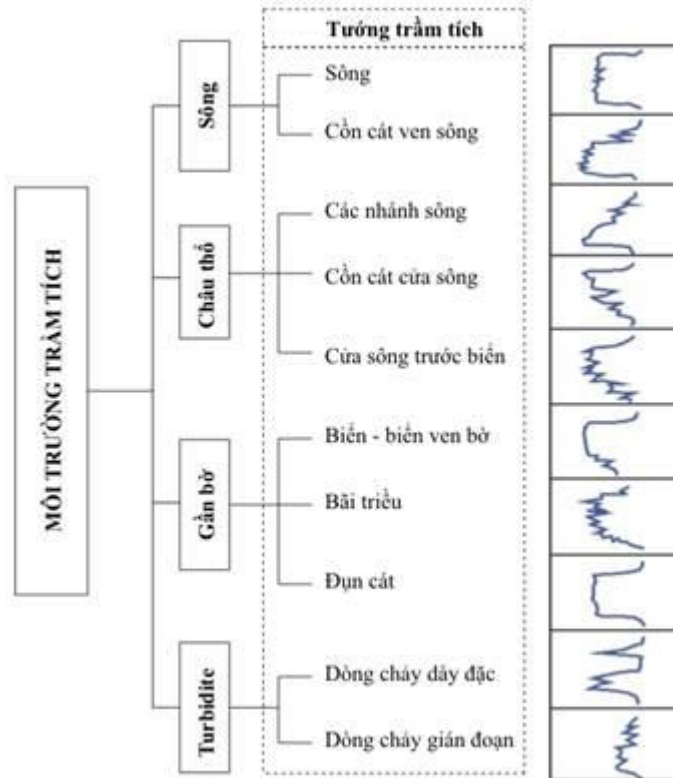
— Ranh giới tập
— Ranh giới hệ thống trầm tích
- - - Bề mặt giữa các miền hệ thống



Hình 4. Tổng hợp các mô hình địa tầng phân tập, ranh giới tập và các hệ thống trầm tích trong phân tích địa tầng phân tập (theo Cutumeanu, 2009)



Hình 5. Sơ đồ phân loại các kiểu cấu tạo phản xạ địa chấn tương ứng với môi trường thành tạo và các dạng kết thúc phản xạ địa chấn (theo Mayers, 1996 và Catuneanu, 2006, 2009)



Hình 6. Các kiểu hình dạng đường cong GR đặc trưng các tướng và môi trường trầm tích

4. Kết quả và thảo luận

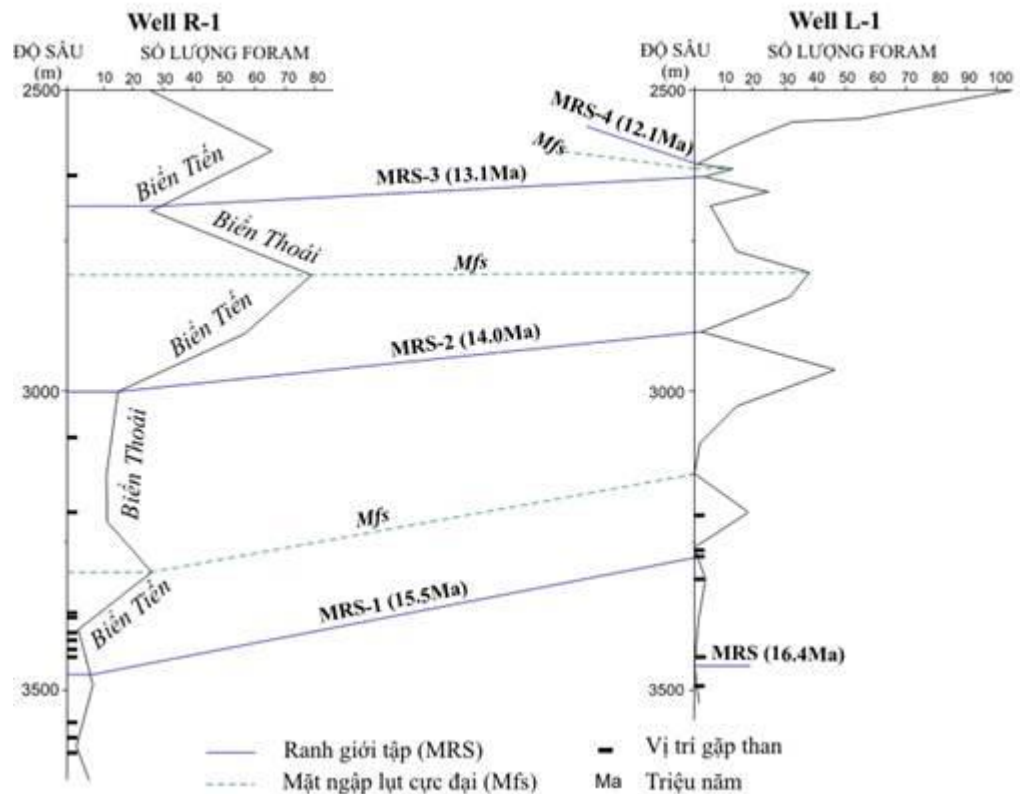
4.1. Ranh giới địa tầng phân tập

Ranh giới tập của các thành tạo trầm tích tuổi Miocen giữa khu vực nghiên cứu được xác định dựa vào phân tích địa vật lý giếng khoan, phân tích cổ sinh và liên kết, đối sánh với phân tích địa chấn. Các mặt bất chỉnh hợp được xác định dựa vào các dấu hiệu bào mòn/cắt cụt (truncation) và đào khoét của sông (channel) hình thành vào thời kỳ hạ thấp của mực nước biển. Theo tài liệu địa chấn các mặt bất chỉnh hợp này được liên kết ra toàn khu vực nghiên cứu làm cơ sở phân tập. Kết quả phân chia và liên kết đã xác định được 5 ranh giới tập bao gồm: MRS-1; MRS-2; MRS-3; MRS-4 và MRS-5 (Hình 9a, 9b, 9c).

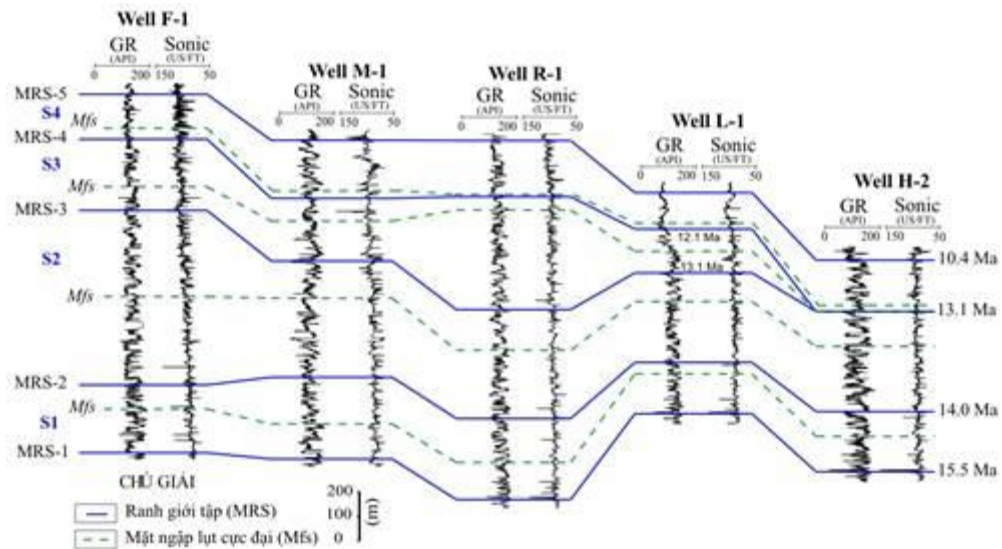
Mặt gập lứt cực đại (Mfs) được xác định chủ yếu dựa vào nhóm hoá thạch foraminifera của các mẫu phân tích cổ sinh dọc theo các giếng khoan R-1, L-1, G-1 (theo viện Dầu khí Việt Nam). Các mặt gập lứt cực đại này là ranh giới phân chia tập trầm tích thành hai hệ thống trầm tích tương ứng với thời kỳ dâng cao và hạ thấp mực nước biển. Kết quả phân tích đã xác định được 4 mặt gập lứt cực đại chính (Mfs) của 4 tập trầm tích tuổi Miocen giữa thuộc khu vực Trung tâm bể Nam Côn Sơn (Hình 7 và 8).

4.2. Phân tích địa tầng phân tập

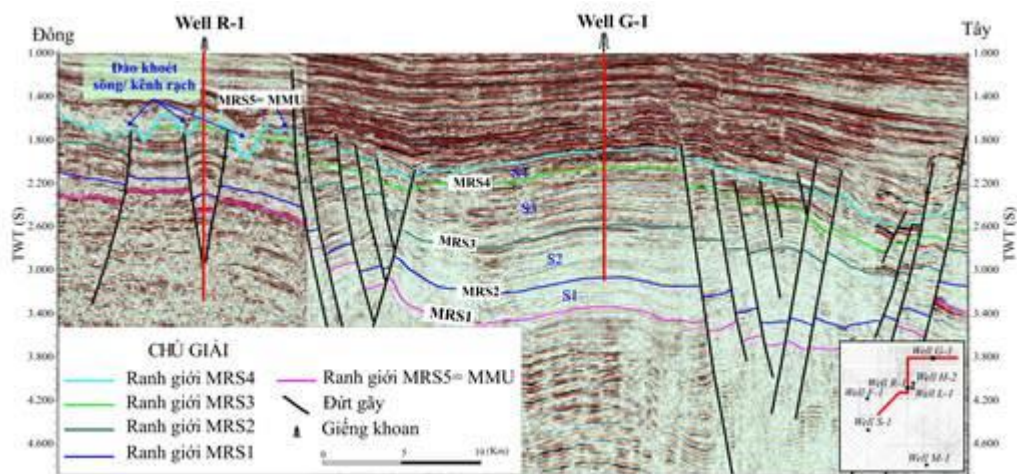
Trên cơ sở xác định các ranh giới tập (MRS), nhóm tác giả đã phân định được 4 tập trầm tích S1, S2, S3 và S4 trong các thành tạo trầm tích tuổi Miocen giữa khu vực Trung tâm bể Nam Côn Sơn. Mỗi tập trầm tích được phân chia thành hai hệ thống trầm tích dựa vào ranh giới mặt gập lứt cực đại (Mfs): hệ thống trầm tích biển tiến (TST); hệ thống trầm tích biển thoái (RST).



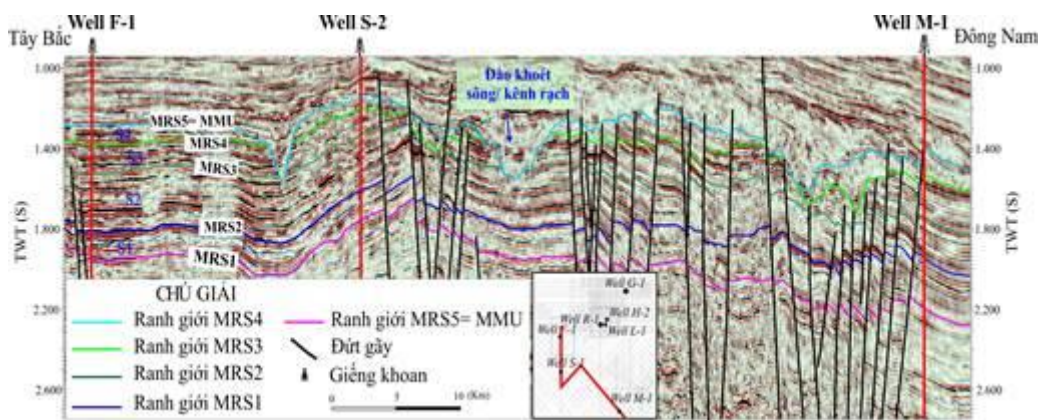
Hình 7. Kết quả phân tích và liên kết tài liệu cổ sinh (Korea petroleum Development Corporation 1996)



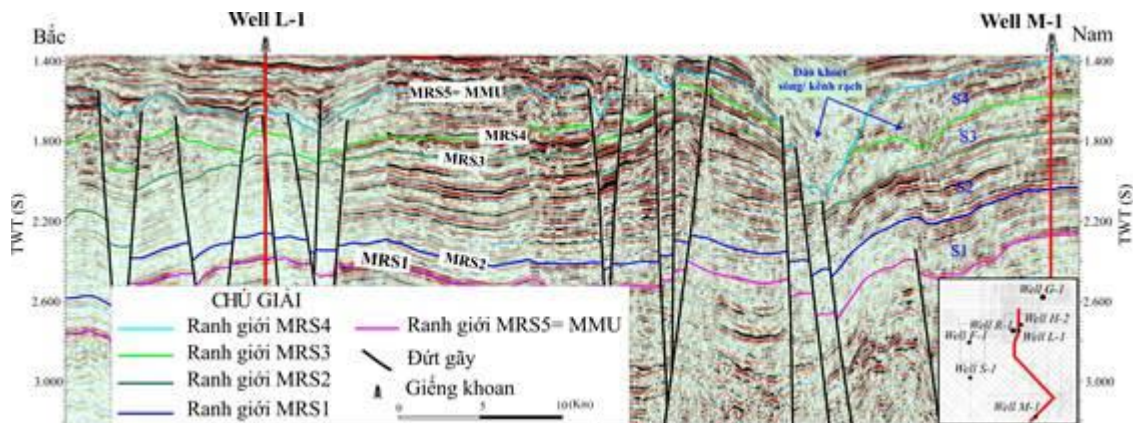
Hình 8. Mặt cắt liên kết các ranh giới tập (MRS) và ranh giới mặt ngập lụt cực đại (Mfs) theo tài liệu địa vật lý giếng khoan và kết quả phân tích cổ sinh



Hình 9a. Mặt cắt minh giải địa chấn phân chia chi tiết trầm tích Miocen giữa thành các tập nhỏ và cắt qua các giếng khoan R-1 và G-1



Hình 9b. Mặt cắt minh giải địa chấn phân chia chi tiết trầm tích Miocen giữa thành các tập nhỏ và cắt qua các giếng khoan F-1, S-2 và M-1



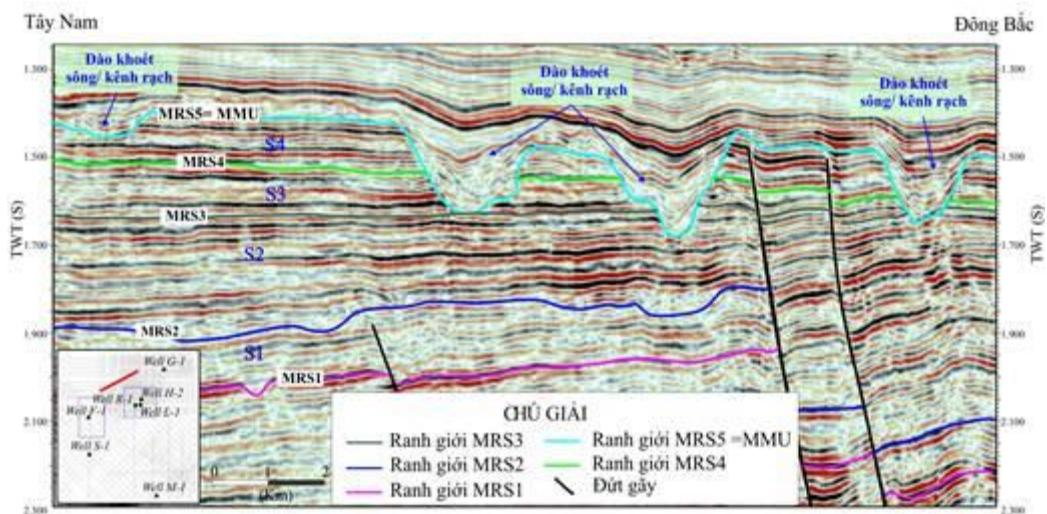
Hình 9c. Mặt cắt minh giải địa chấn phân chia chi tiết trầm tích Miocen giữa thành các tập nhỏ và cắt qua các giếng khoan L-1 và M-1

Tập S1: nằm ngay phía trên bề mặt bất chỉnh hợp nóc Miocen sớm (T30) có tuổi khoảng 15,5 Tr.n trước (Kiều, 2012; Tuấn và nnk, 2016). Ranh giới trên của tập là mặt biển thoái cực đại MRS-2 có tuổi khoảng 14,0 Tr.n (Hình 7). Đặc trưng địa chấn với biên độ trung bình đến thấp, độ liên tục trung bình và phản xạ dạng song song, gần á song song liên quan đến các trầm tích hạt mịn thành tạo trong môi trường khá ổn định (Vail và nnk, 1977). Một số khu vực xuất hiện các phản xạ biên độ cao, độ liên tục tốt có thể liên quan

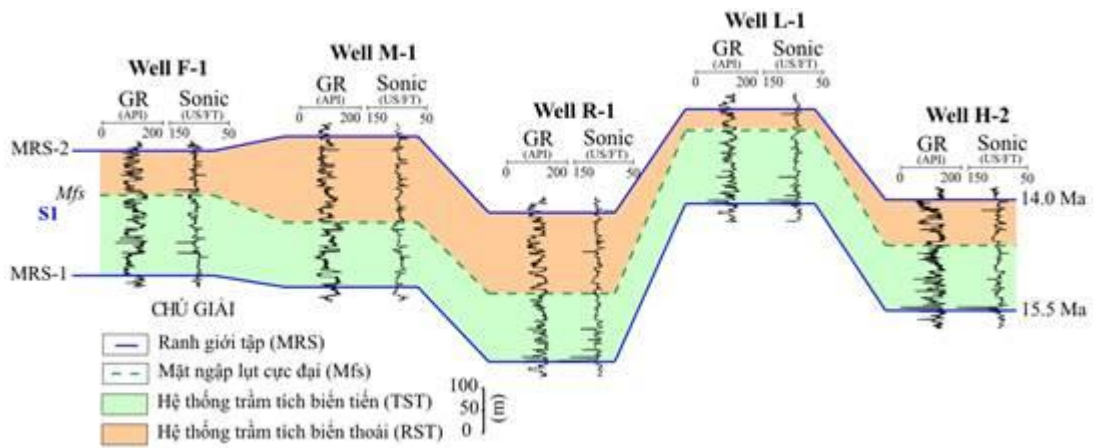
đến các thành tạo chứa than như đã phát hiện tại giếng khoan L-1. Phía Tây Nam gặp các phản xạ biên độ thấp, độ liên tục kém liên quan đến các đào khoét sông, kênh rạch (channel) (Hình 10). Giá trị gamma-ray cao và thỉnh thoảng tăng đột ngột ở một vài khoảng độ sâu tương ứng với các lớp sét dày nằm xen kẽ với các vỉa cát mỏng trong hệ thống trầm tích biển tiến (TST). Hình dạng đường cong gamma-ray chủ yếu có xu hướng mịn dần lên trên (fining upward) liên quan đến các thành tạo của sông (Hình 11).

Kết quả phân tích hình dạng đường cong gamma-ray và sonic cho thấy: các lớp cát của hệ thống trầm tích biển thoái (RST) có bề dày lớn hơn và tần suất xuất hiện dày hơn so với các lớp cát hình thành vào thời kỳ biển tiến (TST). Hình dạng đường cong gamma-ray và sonic có dạng phễu với kích thước hạt trầm tích thô dần lên trên (Coarsening upward) và đôi chỗ bắt gặp dạng trụ (blocky) liên quan đến các thành tạo cửa sông, ven bờ (Hình 10). Khi liên kết tài liệu giếng khoan, bề dày trầm tích của hệ thống trầm tích biển thoái (RST) trong tập S1 có xu hướng dày dần về phía Trung tâm và phía Đông Nam khu vực nghiên cứu (Hình 11). Vào thời kỳ cuối hình thành hệ thống trầm tích biển tiến (TST) và đầu hệ thống trầm tích biển thoái (RST) của tập S1 hình dạng đường cong gamma-ray xuất hiện dạng chuông - trầm tích có xu hướng mịn dần lên trên (fining upward). Điều này minh chứng mực nước trong khu vực bắt đầu rút xuống tạo điều kiện phát triển các hoạt động của sông (channel) (giếng khoan L-1, R-1 và M-1).

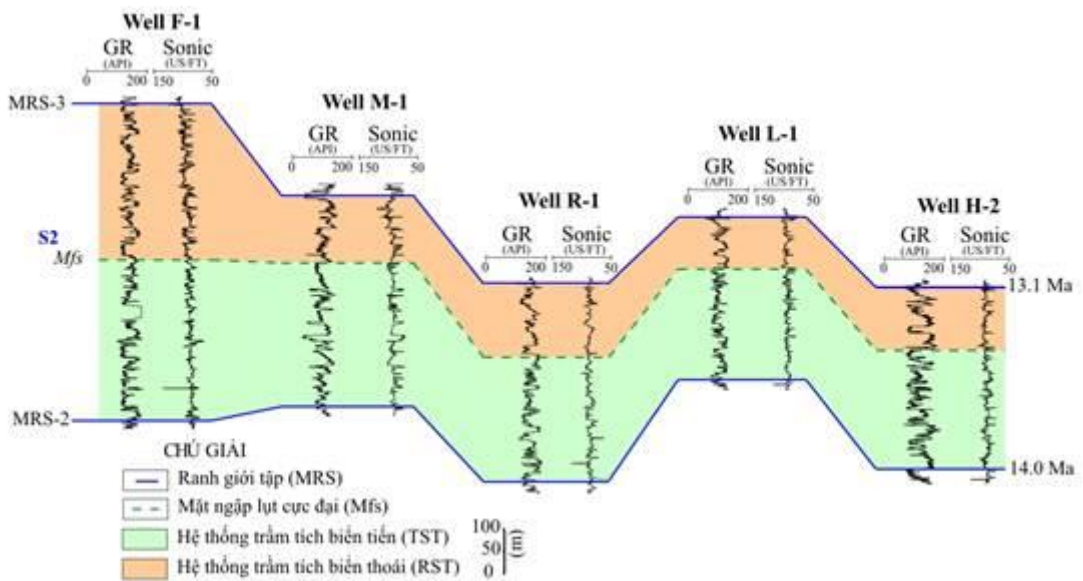
Tập S2: thành tạo trầm tích tập S2 nằm phủ phía trên tập trầm tích S1. Nóc tập trầm tích S2 là ranh giới mặt biển thoái cực đại MRS-3 và trùng với nóc đới *Sphenolithus heteromorphus*, *Cribrroperidinium spp*, dinocyst (NN5) có tuổi khoảng 13,1-13,5 Tr.n trước (Hình 6). Ranh giới phân chia hai hệ thống trầm tích của tập S2 là mặt ngập lụt cực đại tương ứng với thời kỳ phát triển cực thịnh về số lượng foram trong tập (tại giếng khoan R-1). Phản xạ địa chấn của tập trầm tích S2 thường có biên độ trung bình, độ liên tục trung bình đến kém phân bố ở phần phía Đông Nam. Phía Tây, Tây Nam khu vực nghiên cứu bắt gặp các tướng địa chấn biên độ trung bình, tướng hỗn độn (chaotic facies) liên quan đến các thành tạo trong môi trường đồng bằng bồi tích sông. Phần Trung tâm bể Nam Côn Sơn, trong giai đoạn này xuất hiện phản xạ địa chấn biên độ mạnh, độ liên tục tốt, cấu tạo dạng lượn sóng song song đến á song song của các thành tạo biển nông ven bờ (Hình 10).



Hình 10. Ranh giới phân chia theo tài liệu địa chấn



Hình 11. Phân chia và liên kết các hệ thống trầm tích tập S1



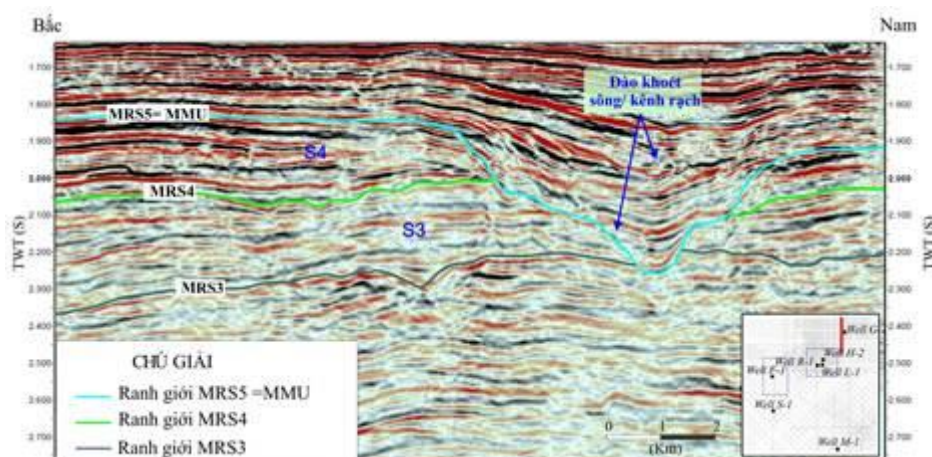
Hình 12. Phân chia và liên kết các hệ thống trầm tích tập S2

Bề dày trầm tích của tập S2 có xu hướng dày dần về phía Đông và Đông Nam khu vực nghiên cứu khi liên kết địa vật lý giếng khoan và địa chấn. Chiều dày các lớp sét lớn tương ứng với giá trị gamma - ray thấp và mỏng dần từ hệ thống trầm tích biển tiến (TST) sang hệ thống trầm tích biển thoái (RST). Các lớp cát có hình dạng đường cong gamma-ray và sonic dạng trụ (blocky) đặc trưng cho các tướng cát biển nông ven bờ của thời kỳ biển tiến như bắt gặp tại các giếng khoan F-1, G-1. Trong hệ thống trầm tích biển thoái, trầm tích cát phát triển phổ biến trong môi trường cửa sông (river mouth bar) và tiền châu thổ (delta front) với đường cong gamma-ray và sonic dạng phễu - trầm tích có xu hướng thô dần lên trên (coarsening upward) (giếng khoan H-2, R-1) (Hình 12). Phía Đông Nam đường cong gamma-ray dạng thấu kính và dạng trụ (giếng M-1, F-1) liên quan đến tướng đề cát biển nông ven bờ, cồn cát chắn cửa sông.

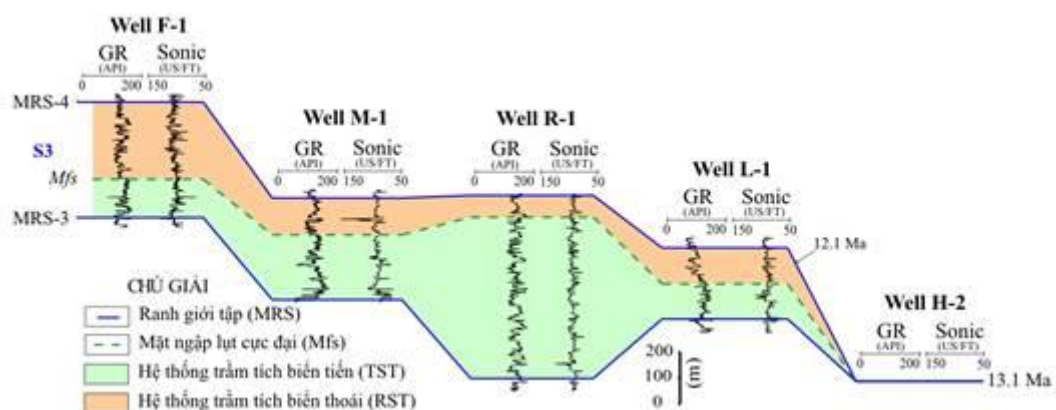
Tập S3: phân tích địa vật lý giếng khoan và các lát cắt địa chấn cắt qua khu vực nghiên cứu bắt gặp nóc tập S3 (ranh giới mặt ngập lụt cực đại MRS-4) thường bị các đảo khoét hình thành vào cuối Miocen giữa (cuối giai đoạn đồng tách giãn) bào mòn/cắt cụt (truncation) một phần các thành tạo trầm tích và đôi chỗ bào mòn toàn bộ tập trầm tích S3 (Hình 13). Điều này lý giải tại sao khi liên kết tập trầm tích S3 bị vắng mặt tại giếng khoan H-2 (Hình 14). Kết quả phân tích tuổi cổ sinh xác định được ranh

giới trên của tập trùng với nóc của đới cổ sinh NN6, N12 và có tuổi dao động trong khoảng từ 12,0 đến 12,1 Tr.n trước (*Coronocyclus nitescens* (NN6), *Globorotalia fohsi*, *Globorotalia praemenardii* (N12)). Mặt ngập lụt cực đại của tập trầm tích S3 thường trùng với nóc các tập sét dày với giá trị gamma-ray và sonic rất cao (Hình 14). Đặc trưng tướng địa chấn có sự khác nhau khá rõ giữa hệ thống trầm tích biển tiến (TST) và hệ thống trầm tích biển thoái (RST): tướng địa chấn của hệ thống trầm tích biển tiến (TST) chiếm ưu thế là phản xạ biên độ thấp (phản xạ trắng), độ liên tục trung bình đến tốt liên quan nhiều đến các thành tạo sét hình thành trong môi trường khá yên tĩnh; hệ thống trầm tích biển thoái (RST) phát triển mạnh các tướng địa chấn biên độ trung bình, cấu tạo xiên chéo, phân kỳ đến á song song điển hình cho tướng sườn châu thổ (prodelta) và biển nông ven bờ (shoreface).

Tập hợp các hình dạng đường gamma-ray và sonic của tập trầm tích S3 bao gồm các kiểu sau đây: dạng răng cưa với cường độ phóng xạ chủ yếu nằm trong khoảng 127,19-135,60 API liên quan đến các tập sét dày hình thành chủ yếu trong hệ thống trầm tích biển tiến (giếng khoan L-1); dạng chuông với xu thế trầm tích mịn dần lên trên (fining upward) liên quan đến thành tạo môi trường đồng bằng bồi tích sông (giếng khoan R-1) và dạng phễu, dạng trụ đặc trưng cho các tướng vùng cửa sông và biển nông ven bờ bất gặp trong hệ thống trầm tích biển thoái (RST) tại giếng khoan M-1, F-1 (Hình 13).

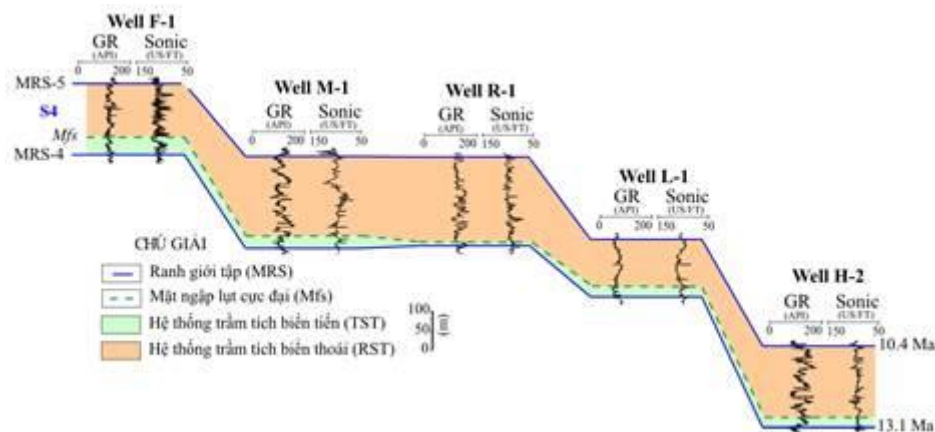


Hình 13. Ranh giới phân chia tập trầm tích S4 và S5 theo tài liệu địa chấn



Hình 14. Phân chia và liên kết các hệ thống trầm tích tập S3

Tập S4: được ghi nhận rõ nhất thông qua việc xác định ranh giới bất chỉnh hợp MRS-5 tuổi khoảng 10,0-10,4 Tr.n. Ranh giới này đánh dấu giai đoạn hạ thấp đáng kể của mực nước biển vào cuối Miocen giữa với sự xuất hiện của các đào khoét phân bố rộng khắp phần phía Tây và Tây Bắc khu vực nghiên cứu. Đồng thời đường bờ biển cũng dịch chuyển một khoảng cách khá xa từ Tây sang Đông so với các giai đoạn khác. Một số khu vực, các đào khoét này bào mòn hết tập trầm tích S4 thành các lòng sông (channel) (Hình 11). Hình dạng đường cong gamma-ray và sonic thường có dạng chuông khi đi qua các đào khoét (giếng khoan R-1, F-1). Trong giai đoạn này, biển tiến lên khá nhanh và lượng trầm tích cung cấp ít làm cho bề dày hệ thống trầm tích biển tiến mỏng (Hình 15). Ngược lại, thời kỳ biển thoái diễn ra lâu hơn và nguồn cung cấp vật liệu lớn dẫn đến bề dày hệ thống trầm tích biển thoái (RST) dày hơn so với hệ thống trầm tích biển tiến (TST). Trầm tích biển thoái được lắng đọng trong môi cửa sông, châu thổ (delta) và biển nông ven bờ (shoreface) với hình dạng đường gamma-ray và sonic dạng phễu-trầm tích có xu hướng thô dần lên trên (coarsening upward) (giếng khoan L-1, M-1), dạng trụ chiếm ưu thế (tại giếng khoan R-1). Phần phía Tây của khu vực nghiên cứu phát triển các thành tạo trầm tích môi trường đồng bằng ven biển (coastal plain) với hình dạng đường gamma-ray dạng răng cưa với khoảng dao động của các giá trị lớn (giếng khoan F-1) (Hình 15).



Hình 15. Phân chia và liên kết các hệ thống trầm tích S4

5. Kết luận

Trầm tích Miocen giữa khu vực Trung tâm bể Nam Côn sơn được hình thành trong 04 chu kỳ dao động mực nước biển tương ứng với 04 tập S1, S2, S3 và S4. Trong giai đoạn hình thành hệ thống trầm tích biển tiến (TST) của tập S2 và S3, mực nước biển dâng lên cao (gần như cao nhất) và bề dày trầm tích lớn hơn các tập trầm tích S1 và S4, gần như bắt gặp ở phần lớn các giếng khoan nghiên cứu. Môi trường lắng đọng trầm tích của tập S2 và S3 đặc trưng cho các thành tạo biển nông ven bờ (shoreface) đến biển nông (shallow marine) bao phủ hầu hết diện tích nghiên cứu với nguồn cung cấp vật liệu trầm tích theo hướng Tây- Tây Bắc. Trong khi đó, môi trường biển hình

thành trong hệ thống trầm tích biển tiến (TST) của tập S1 và S4 phân bố hạn hẹp phần phía Đông - Đông Nam khu vực nghiên cứu.

Hệ thống biển thoái (RST) chủ yếu được thành tạo trong môi trường đồng bằng bồi tích và biển nông ven bờ. Trong bốn thời kỳ hạ thấp của mực nước biển nói trên, cuối giai đoạn 15,5-14,0 Tr.n (S1) và 12,1-10,4 Tr.n (S4) là thời kỳ mực nước hạ thấp nhất và đường bờ dịch chuyển gần sát rìa phía Đông, Đông Nam khu vực nghiên cứu. Nguồn cung cấp vật liệu trầm tích lớn để tạo lên hệ thống trầm tích biển thoái của tập S4 với bề dày lớn hình thành trong môi trường chịu ảnh hưởng mạnh của hoạt động sông gồm các tướng lòng sông, bồi tích sông và một phần ven bờ. Hướng dòng chảy và nguồn cung cấp vật liệu cho hệ thống trầm tích biển thoái trong giai đoạn này chủ yếu theo phương Tây Bắc - Đông Nam và Tây - Đông. Hệ thống trầm tích biển thoái (RST) của các tập S2 và S3 lắng đọng chủ yếu trong môi trường biển nông ven bờ.

Lời cảm ơn: Nội dung bài báo là kết quả nghiên cứu được tài trợ bởi Viện Dầu khí Việt Nam và Quỹ Phát triển Khoa học và Công nghệ Quốc gia (NAFOSTED) theo đề tài nghiên cứu mã số 105.04-2015.12. Các tác giả xin chân thành cảm ơn sự hỗ trợ từ đề tài.

Văn liệu

Nguyễn Hiệp và nnk, 2005. Địa chất và Tài tài nguyên Dầu khí Việt Nam. *Lưu trữ Tập đoàn Dầu khí Quốc gia Việt Nam*, tr 313-355.

Nguyễn V. Kiểu, 2012. Địa tầng phân tập trầm tích Oligocen-Miocen khu vực trung tâm bể Nam Côn Sơn. *Luận án Thạc sĩ khoa học, Đại học Khoa học Tự nhiên-DHQGHN*.

Nguyen Q. Tuan, Nguyen T. Tung, Tran Van Tri, 2016. Seismic Interpretation of the Nam Con Son Basin and its Implication for the Tectonic Evolution. *Indonesian Journal on Geoscience*, 3:127-137.

Xí Nghiệp Liên doanh Vietsopetro, 2011. Báo cáo tổng kết công tác tìm kiếm thăm dò đến thời điểm hiện tại và đánh giá triển vọng dầu khí lô X ở bồn Trũng Nam Côn Sơn. *Lưu trữ Viện Dầu khí. Hà Nội*.

Matthews S.J, 1997. Structure, stratigraphy and petroleum geology of the SE NCSB, offshore Vietnam. *Geological Society Special Publication*, 126:89-106.

Fyhn Michael B.W, 1997. Geological development of the Central and South Vietnamese margin: Implications for the establishment of the South China Sea, Indochinese escape tectonics and Cenozoic volcanism. *Tectonophysics*, 478:184-214.

Phạm H. Quế và nnk, 1998. Thành phần thạch học tướng đá cổ môi trường lắng đọng trầm tích Đệ Tam bồn trũng Nam Côn Sơn. *TC Dầu khí*, số 2:2-14.

Korea petroleum Development Corporation, 1996. Final well evaluation report R-1 Block X, offshore Vietnam.

Embery A.F, Johannessen E.P, 1992. T-R [sequence stratigraphy](#), facies analysis and reservoir distribution in the uppermost Triassic- Lower Jurassic succession, western Sverdrup [basin](#), Arctic Canada. *Norwegian Petroleum Society*, 2:121-146.

Catuneanu O, Abreu V, Bhattacharya J.P, Blum M.D, Dalrymple R.W, 2009. Towards the standardization of sequence stratigraphy. *Earth-Science Reviews*, 92:1-33.

Posamentier H.W, Jervey M.T. and Vail P.R, 1988. Eustatic controls on clastic deposition II - Sequence and systems tract models, Sea-level changes - An integrated approach. *SEMP special publication*, 42:125-154.