

THỬ NGHIỆM VIỆC MỞ RỘNG BÀI TOÁN NGƯỢC XÁC ĐỊNH HÌNH DẠNG VẬT THỂ GÂY DỊ THƯỜNG TỪ ĐỂ XÁC ĐỊNH ĐỘ SÂU MÓNG TỪ TRÊN MỘT SỐ TUYẾN ĐO THUỘC KHU VỰC MIỀN TRUNG THỀM LỤC ĐỊA VIỆT NAM

Đỗ Đức Thanh, Nguyễn Thị Thu Hằng

Khoa Vật lý, Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học QGHN

Đến Tòa soạn ngày: 5/11/2009

1. MỞ ĐẦU

Trong những năm gần đây, cùng với sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ đo đạc, hàng loạt các phương pháp xử lý số liệu mới, tiên tiến thực hiện trên máy tính cũng lần lượt được các nhà Địa vật lý trên Thế giới cho ra đời, vì vậy việc nghiên áp dụng chúng nhằm hiện đại hóa khâu xử lý số liệu địa vật lý ở Việt nam là rất cần thiết. Xuất phát từ mục đích đó, trong khuôn khổ bài báo này, chúng tôi đã tiến hành nghiên cứu nhằm mở rộng một phương pháp giải bài toán ngược xác định hình dạng vật thể gây dị thường từ đang được sử dụng rộng rãi trên thế giới trong phân tích và xử lý số liệu địa vật lý để có thể sử dụng nó nhằm xác định độ sâu của móng từ trong trường hợp bài toán hai chiều, trên cơ sở đó xây dựng nên một chương trình máy tính và xác định độ sâu móng từ trên một số tuyến đo thuộc khu vực thềm lục địa miền Trung

2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

2.1. Giải bài toán ngược xác định tọa độ đỉnh của vật thể gây dị thường từ có tiết diện ngang là đa giác

Thông thường trong trường hợp bài toán hai chiều việc xác định dị thường do một đối tượng địa chất có tiết diện ngang bất kì gây ra được thực hiện bằng cách xấp xỉ tiết diện ngang của nó bằng đa giác N cạnh. Như vậy thực chất của việc giải bài toán ngược là xác định vị trí các đỉnh của đa giác sao cho sự sai lệch giữa dị thường quan sát và tính toán là nhỏ nhất. Với các phương pháp này quá trình tính toán đòi hỏi đưa vào các tọa độ đỉnh tiên nghiệm của đa giác sao cho chúng phải đủ gần với các tọa độ thật thì phương pháp mới có độ hội tụ tốt.

Nếu biểu diễn các tọa độ đỉnh (x_k, z_k) của một đa giác N cạnh qua các tham số a_k :

$$a_k = x_k \quad \text{và} \quad a_{k+N} = z_k \quad (k=1, N) \quad (1)$$

thì việc xây dựng các phương trình nhằm xác định các giá trị da_k (bao gồm dx_k, dz_k, dA, dB) được thực hiện bằng phương pháp lặp thông qua việc cực tiểu hoá hàm đối tượng $\sum_{i=1}^{N_{obs}} (d\Delta T_i)^2$, với N_{obs} là số điểm quan sát trên tuyến nhờ áp dụng phương pháp cực tiểu hoá *Marquardt*. Các phương trình được viết như sau

$$\left[\sum_{i=1}^{N_{obs}} \sum_{k=1}^{N_p} \frac{\partial \Delta T(X_i)}{\partial a_k} \frac{\partial \Delta T(X_i)}{\partial a_j} (1 + \delta \lambda) da_k = \sum_{i=1}^{N_{obs}} d\Delta T(X_i) \frac{\partial \Delta T(X_i)}{\partial a_j} \right] \quad (2)$$

$(j = 1 \text{ đến } N_p, \text{ với } N_p = 2N+2).$

Trong các phương trình này, X_i là tọa độ quan sát thứ i trên tuyến; $d\Delta T(X_i)$ là độ sai lệch giữa dị thường quan sát và dị thường tính toán tại điểm quan sát thứ i ; $\delta = 1$ với $i = j$ và $\delta = 0$ với $i \neq j$; λ là hệ số suy giảm *Marquardt's* còn $\Delta T(X_i) = f(X_i, a_1, a_2, \dots, a_{2N})$ là dị thường từ toàn phần tại điểm quan sát thứ (i) trên tuyến được xác định bởi I. V. Murthy và P. Rama Rao (1993) [6].

Sau mỗi lần lặp, tọa độ của các đỉnh được thay đổi như sau

$$a_k^n = a_k^{n-1} + da_k \quad (k = 1, N)$$

trong đó a_k^n, a_k^{n-1} tương ứng là a_k ở các lần lặp thứ n và $n - 1$.

Tiến trình được lặp lại nhiều lần cho đến khi độ lệch bình phương trung bình giữa các giá trị quan sát trên tuyến và các giá trị tính toán đạt đến một giá trị sai số cho phép.

2.2. Giải bài toán ngược xác định độ sâu của móng từ

Qua việc giải bài toán ngược xác định các tọa độ đỉnh của đa giác ta thấy rằng hoàn toàn có thể mở rộng thuật toán này để xác định độ sâu tới mặt trên của móng ở từng điểm quan sát bằng cách giải bài toán ngược xác định tọa độ đỉnh của một đa giác N đỉnh mà trong đó đỉnh thứ N và $N - 1$ nằm trùng với mặt dưới xem là mặt *Curi* của móng và luôn được giữ cố định trong quá trình lựa chọn. Các đỉnh còn lại có tọa độ ngang trùng với vị trí của các điểm quan sát trên tuyến và có tọa độ thẳng đứng chính là độ sâu tới mặt trên của móng. Như vậy ở đây việc giải bài toán ngược xác định độ sâu móng từ đã được quy về việc xác định tọa độ thẳng đứng của $N - 2$ đỉnh của một đa giác N cạnh.

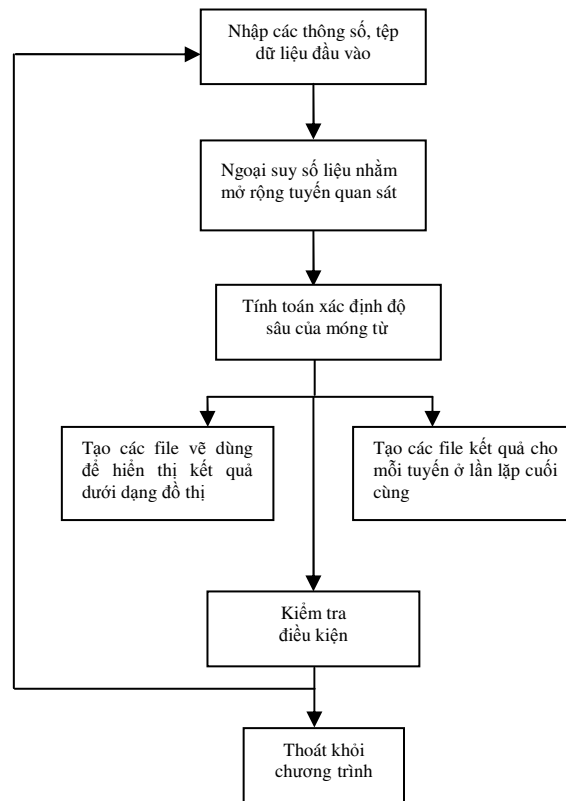
Xuất phát từ ý tưởng đó, trong bài báo này, chúng tôi đã thực hiện việc giải bài toán ngược xác định độ sâu móng từ theo số liệu dị thường từ toàn phần ΔT trên một số tuyến đo thuộc khu vực thềm lục địa miền Trung với giả thiết mặt *Curi* của móng nằm ở độ sâu 20 km.

3. THỬ NGHIỆM XÁC ĐỊNH ĐỘ SÂU MÓNG TỪ TRÊN MỘT SỐ TUYẾN ĐO THUỘC KHU VỰC THỀM LỤC ĐỊA MIỀN TRUNG

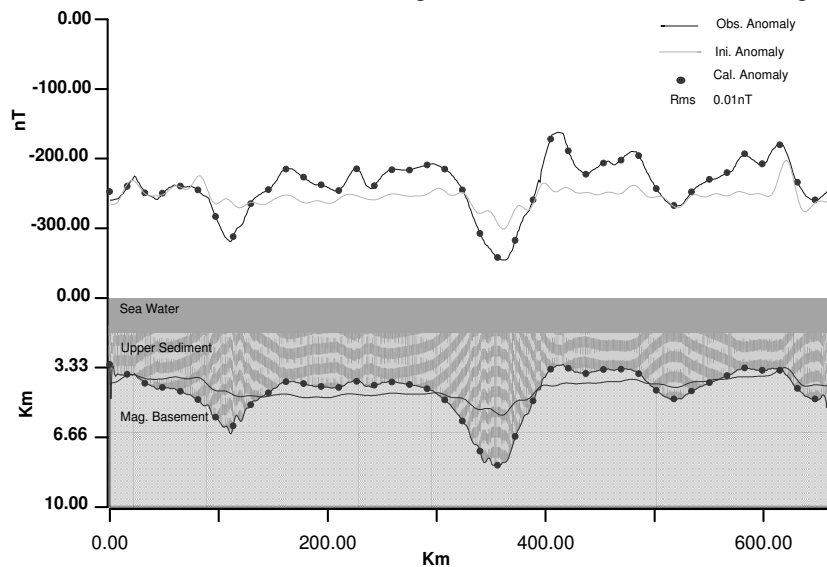
3.1. Xây dựng chương trình và các kết quả tính toán thử nghiệm trên mô hình

Trên cơ sở các thuật toán đã trình bày ở trên, chúng tôi đã tiến hành xây dựng chương trình máy tính nhằm xác định độ sâu của móng từ trên một số tuyến đo thuộc khu vực miền Trung

thềm lục địa Việt nam. Chương trình được viết bằng ngôn ngữ *Fortran*, hoạt động theo sơ đồ khối được trình bày dưới đây (hình 1).



Hình 1. Sơ đồ khối của chương trình tính xác định độ sâu móng từ



Hình 2. Kết quả xác định độ sâu móng từ trên mô hình

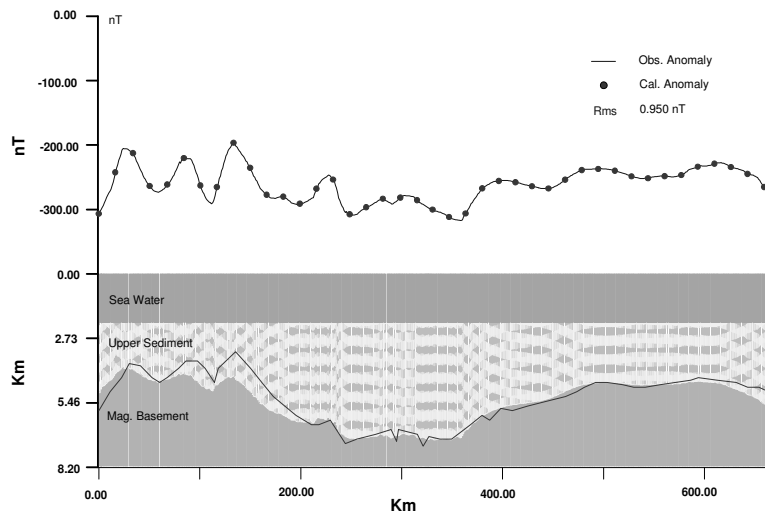
— Mô hình móng từ — Độ sâu giả định ban đầu Kết quả tính toán

Để khảo sát khả năng áp dụng của chương trình này trước hết chúng tôi thực hiện việc tính toán trên một mô hình bài toán hai chiều cụ thể. Ở đây, để phù hợp với môi trường địa chất thực tế, mô hình móng từ được đưa ra khảo sát có góc nghiêng từ hoá được chọn là $I = 10^\circ$ phù hợp với góc nghiêng từ hóa của khu vực miền Trung cần nghiên cứu và có độ cảm từ dư $\chi = 0.003 SI$. Tuyến quan sát có chiều dài $L = 660$ km được giả định bao hết cả phần thay đổi độ sâu của móng và có góc phương vị $\alpha = 90^\circ$. Mặt dưới H_2 của móng được giả định là phẳng và nằm ở độ sâu 20 km (mặt *Curi*).

Ở đây, kết quả tính toán được đưa ra chính là độ sâu tới mặt trên của móng từ ở từng điểm quan sát xác định được ở lần lặp cuối cùng khi giải bài toán ngược. Nó được biểu diễn trên hình 2.

Từ kết quả tính toán thu được trên mô hình chúng tôi thấy rằng chương trình này có độ hội tụ nhanh và ổn định. Chỉ sau khoảng 10 lần lặp, dị thường tính toán đã hầu như trùng khít với dị thường quan sát.

3.2. Kết quả tính toán so sánh



Hình 3. Kết quả xác định độ sâu móng từ tuyến T1

Móng từ xác định theo phương pháp lặp

 Móng từ xác định theo phần mềm GM - SYS

Để tăng thêm tính thuyết phục về khả năng áp dụng của chương trình này trong việc phân tích và xử lý trên các tuyến đo thực tế, ở đây chúng tôi cũng đã thực hiện việc tính toán so sánh với một phần mềm khác, đang được sử dụng rộng rãi trên thế giới, đó là phần mềm GM – SYS version 4.8. Phần mềm này do hiệp hội Địa vật lí Đông Bắc (Mỹ) công bố năm 2004. Phần mềm cho phép tính toán với các số điểm quan trắc từ và trọng lực thay đổi từ 35 ÷ 16.000 điểm; số cạnh được chia của mặt ranh giới thay đổi từ 300 ÷ 750 cạnh; số khối của mô hình thay đổi từ 7 ÷ 300 khối. Đây là phần mềm đã được thương mại hóa cao, được Viện Vật lí và Địa Chất Biển mua năm 2004 với giấy phép sử dụng cho phép tính với 1.000 giá trị quan trắc từ và trọng lực; mô hình có 300 cạnh và 125 khối. Phần mềm này đã được tác giả Bùi Thị Nhung sử dụng để xác

định độ sâu móng từ của tuyến đo T1 có $\lambda=10^0$, $\varphi=110^0 E \div 116^0 E$ [2], có độ từ cảm dư biến thiên từ 0,003 đến 0,007 SI. Số liệu này được lấy từ đề tài cấp Nhà nước mã số KC – 09 - 24 do TS. Đỗ Chiến Thắng (Viện Địa chất và Địa Vật lý biển) chủ trì.

Nhằm so sánh độ chính xác, tốc độ hội tụ và thời gian tính toán trong quá trình phân tích và xử lý với phần mềm kê trên (Gm – SYS), trên tuyến đo này, độ sâu móng từ cũng đã được xác định theo chương trình máy tính do chúng tôi xây dựng. Kết quả so sánh biểu diễn trên hình 3, cho thấy độ sâu của móng từ xác định theo cả 2 chương trình là xấp xỉ như nhau, sai lệch về độ sâu không vượt quá 7%, tuy nhiên thời gian xử lý cho một tuyến quan sát theo chương trình của chúng tôi nhanh hơn nhiều do việc xác định độ sâu tới móng ở từng điểm quan sát được thực hiện một cách tự động và có điều chỉnh.

3.3. Kết quả xác định độ sâu móng từ trên một số tuyến đo thuộc khu vực thềm lục địa miền Trung

Khu vực chúng tôi khảo sát là thềm lục địa Miền Trung. Trên khu vực này 6 tuyến đo được chúng tôi sử dụng để xác định độ sâu của móng từ có vĩ độ thay đổi từ 12^0 đến $17^0 N$, kinh độ từ 110^0 đến $116^0 E$, cụ thể là:

Tuyến T1 : $\lambda = 110^0 \div 116^0 E$, $\varphi = 12^0$; Tuyến T2 : $\lambda = 110^0 \div 116^0 E$, $\varphi = 13^0$;

Tuyến T3 : $\lambda = 110^0 \div 116^0 E$, $\varphi = 14^0$; Tuyến T4 : $\lambda = 110^0 \div 116^0 E$, $\varphi = 16^0$

Tuyến T5 : $\lambda = 110^0 \div 116^0 E$, $\varphi = 17^0$.

Chiều dài mỗi tuyến xấp xỉ 650 km, số điểm đo trên mỗi tuyến là 330 điểm, độ cảm từ dư thay đổi từ 0,003 đến 0,007 SI, độ sâu mặt dưới của móng (mặt *Curi*) được lấy là 20 km, góc phương vị là 90^0 .

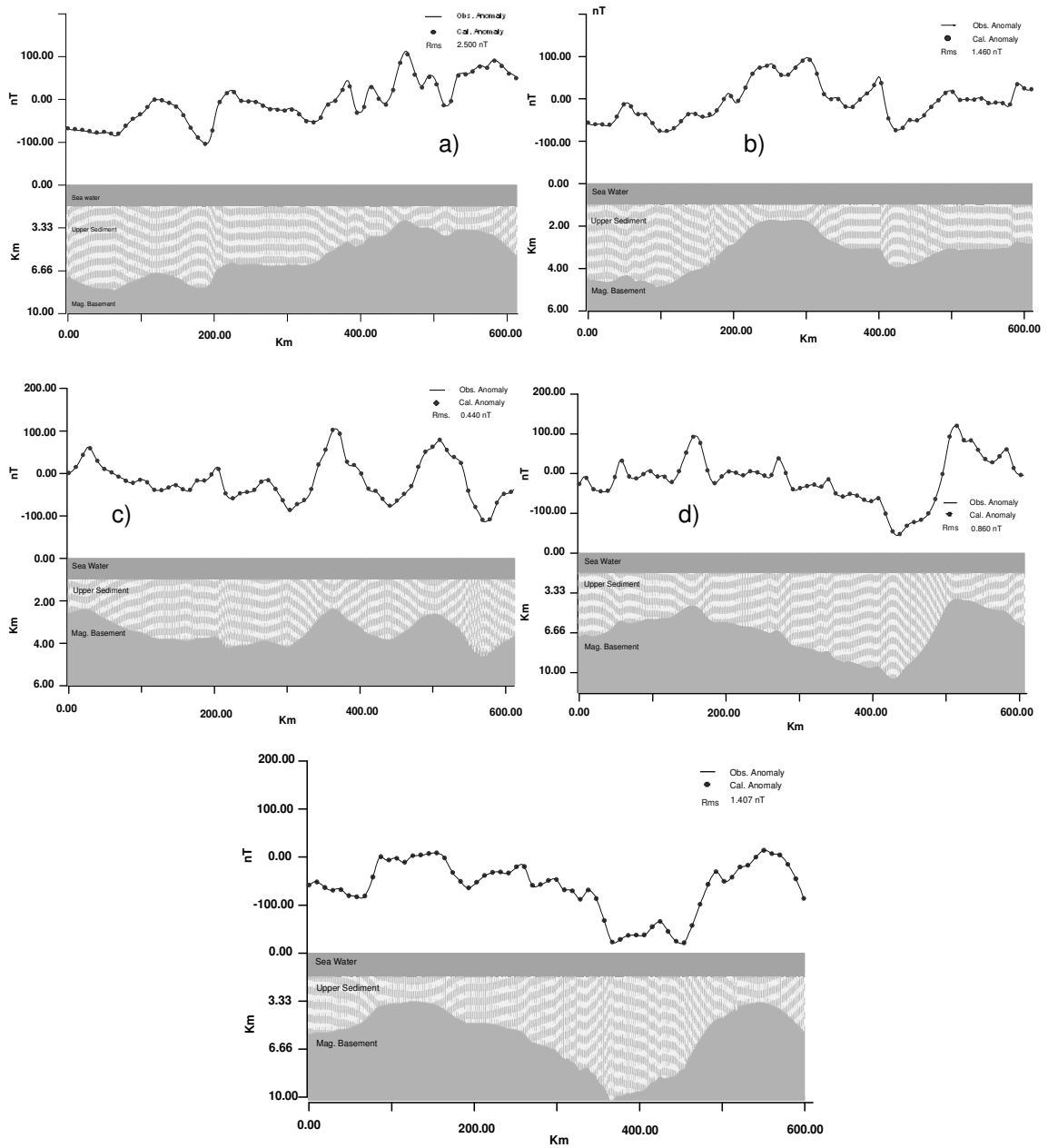
Trên cơ sở các thuật toán trình bày ở trên và chương trình máy tính đã được tính toán thử nghiệm trên mô hình chúng tôi tiến hành áp dụng để xác định độ sâu móng từ của 5 tuyến đo kể trên. Kết quả tính toán lần lượt được trình bày trên các hình vẽ hình 3a,b, c, d, e.

Từ các kết quả thu được có thể rút ra một số nhận xét sau về cấu trúc móng từ thuộc khu vực này:

- Trong phạm vi thềm lục địa miền Trung, biên độ thay đổi của móng từ là khá lớn, nó dao động trong phạm vi từ 2 - 3 km đến hàng chục km so với đáy biển

- Theo phương nằm ngang, sự thay đổi cấu trúc dạng dải và hiện tượng đôi dấu của trường dị thường từ quan sát liên quan chặt chẽ với sự thay đổi độ sâu thể nằm của mặt móng từ.

- Dọc theo mỗi tuyến quan sát, sự thay đổi độ sâu của móng từ xảy ra khá đa dạng, tuy nhiên trên tất cả các tuyến ta đều thấy một quy luật chung về sự thay đổi độ sâu của móng từ, đó là: càng ra xa bờ móng từ càng nâng lên và đạt tới giá trị quãng 3 ÷ 4 km so với đáy biển. Điều đó tương ứng với sự vát mỏng và nâng dần của trầm tích ở phần trung đại dương, nơi thể hiện rõ quy luật cấu trúc vỏ đại dương



Hình 3. Kết quả tính toán xác định độ sâu móng từ trên một số tuyến đo thuộc khu vực thềm lục địa miền Trung

4. KẾT LUẬN

Qua việc thử nghiệm mở rộng bài toán ngược xác định tọa độ đỉnh vật thể để xác định độ sâu của của móng từ và xây dựng chương trình máy tính nhằm xác định độ sâu móng từ trên một

số tuyến đo thuộc khu vực miền Trung thềm lục địa Việt nam, chúng tôi rút ra một số kết luận sau:

- Việc xác định độ sâu tới mặt trên của móng từ bằng cách mở rộng thuật toán giải bài toán ngược xác định hình dạng vật thể gây dị thường là hoàn toàn có thể thực hiện được. Chương trình máy tính được xây dựng theo thuật toán mở rộng này có độ chính xác khá cao. Ở lần lặp cuối, dị thường tính toán hầu như trùng khít với dị thường quan sát.

- Trong chương trình do chúng tôi xây dựng việc xác định độ sâu móng từ tại mỗi điểm quan sát được thực hiện một cách tự động; chương trình có độ hội tụ nhanh và ổn định do được điều chỉnh sau mỗi lần lựa chọn nên thời gian xử lý cho mỗi tuyến đo được rút ngắn nhiều so với một số phần mềm thương mại khác mà trong đó độ sâu của móng từ được xác định qua việc giao diện người – máy nên còn phụ thuộc nhiều vào kinh nghiệm người xử lý

- Độ sâu móng từ được chúng tôi xác định trên một số tuyến đo thuộc khu vực miền Trung theo thuật toán mở rộng này cho kết quả khá phù hợp với các nghiên cứu khác về cấu trúc móng từ thuộc khu vực này [3, 4, 5].

Lời cảm ơn. Công trình này là kết quả của đề tài QG 08–03 do Đại học Quốc gia Hà Nội tài trợ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bùi Công Quế, Nguyễn Hiệp và nnk. – Đặc điểm của các trường địa vật lý thềm lục địa Việt Nam và các vùng kế cận. Báo cáo tổng kết đề tài 48 - B. 03. 02, Chương trình nghiên cứu biển 48 – B, Hà Nội, 1990.
2. Đỗ Đức Thanh - Các phương pháp phân tích, xử lý số liệu từ và trọng lực, NXB Đại học Quốc gia Hà Nội, 2006
3. Đỗ Chiến Thắng, Bùi Thị Nhung - Về một phương pháp minh giải định lượng dị thường từ vùng biển Việt nam và kế cận, Tạp chí KH&CN biển **6** (2) (2006).
4. Đỗ Chiến Thắng, Bùi Thị Nhung - Minh giải dị thường từ khu vực có các mỏ dầu khí vùng thềm lục địa Việt Nam, Các công trình nghiên cứu địa chất và địa vật lý biển, TVIII, Hà Nội, 2005.
5. Đỗ Chiến Thắng và nnk - Minh giải định lượng dị thường từ vùng biển Việt Nam, Đề tài cơ sở năm 1999, Lưu Viện ĐC&ĐVL biển
6. Radhakrishna Murthy I. V., and Rama Rao P. - Inversion of gravity and magnetic anomalies of two dimensional polygonal cross sections, Computer & Geosciences **19** (1993) 1228-1993.
7. Richard J., Blakely - Potential theory in gravity and magnetic application, Cambridge University Press, 1996.
8. Shanti Rajagopalan - Lambert – grid – a program for converting geographic coordinates and vice – versa, Computer & Geosciences **18** (1992) 349- 366.
9. Telford, W. M., Geldart, L. P., Sheriff, R. E., and Keys, D. A. - Applied geophysics, Cambridge University Press, 1982.

10. William H. Press, Brian P. Flannery - Numerical Recipes, Cambridge University Press, 1990.

SUMMARY

ATTEMPT THE IMPROVEMENT OF INVERSION OF MAGNETIC ANOMALIES OF TWO DIMENSIONAL POLYGONAL CROSS SECTIONS TO DETERMINE THE DEPTH OF MAGNETIC BASEMENT IN SOME DATA PROFILE OF MIDDLE OFF SHELF OF VIETNAM

In this paper the improvement of inversion of magnetic anomalies of two – dimensional polygonal cross sections is presented to determine the depth of magnetic basement. Based on this method, a computer programme is made a code to apply to determine some data profiles in the middle off shelf of Vietnam. Received results of the application shows highly exact and stable of the the methods.