XÁC ĐỊNH VẬN TỐC DỊCH CHUYỂN TUYỆT ĐỐI VỎ TRÁI ĐẤT LÃNH THỔ VIỆT NAM TỪ SỐ LIỆU VI PHÂN ĐỊNH VỊ TOÀN CẦU (DGNSS)

BÙI THỊ HỒNG THẮM

Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội, Thị trấn Cầu Diễn, Từ Liêm, Hà Nội

Tóm tắt: *Dịch chuyển tuyệt đối vỏ Trái đất tại các trạm DGNSS/CORS đã được xác định thông qua việc xử lý số liệu các ca đo 24/24 giờ trong các năm 2010, 2011, 2012. Theo các véc tơ vận tốc, khu vực nghiên cứu có xu thế dịch chuyển theo hướng đông-đông nam (Móng Cái 32,0 mm/năm, Đà Nẵng 40,6 mm/năm, Phú Quốc 24,6 mm/năm và Trường Sa 24,5 mm/năm). Kết quả này phù hợp với các kết quả đã được công bố cả về hướng và độ lớn. Quá trình xử lý số liệu được thực hiện theo quy trình nghiêm ngặt, tọa độ và vận tốc dịch chuyển của các trạm đạt độ chính xác và tin cậy cao, góp phần phác họa bức tranh địa động lực hiện đại lãnh thổ Việt Nam ngày một hoàn thiện.*

I. MỞ ĐẦU

Nghiên cứu đánh giá vận tốc dịch chuyển vỏ Trái đất lãnh thổ Việt Nam đã được một số tác giả đề cập trong các công trình công bố khác nhau từ năm 2000 [2, 4, 5, 9]. Đáng lưu ý nhất là:

- Nghiên cứu chuyển dịch của vỏ Trái đất dọc theo đứt gẫy Lai Châu - Điện Biên [2];

- Xác định vận tốc dịch chuyển vỏ Trái đất theo số liệu đo GPS liên tục tại 3 điểm Hà Nội, Huế và thành phố Hồ Chí Minh [4];

- Vận tốc dịch chuyển tại một số điểm trên Biển Đông, làm sáng tỏ chuyển dịch kiến tạo hiện đại trên khu vực này [5];

- Xác định dịch chuyển vỏ Trái đất trong ITRF2000, từ số liệu của nhiều ca đo 24/24 giờ năm 1996 và 2006, dịch chuyển điểm HUN1 đại diện cho khu vực lưới Tam Đảo - Ba Vì [9];

- Từ dữ liệu năm 1994 đến năm 2007 của 27 trạm GPS ở phía Bắc Việt Nam, dịch chuyển tuyệt đối của các điểm đã được xác định nhằm nghiên cứu chuyển dịch của vỏ Trái đất ở khu vực hệ thống đứt gãy Sông Hồng, Điện Biên, Sông Đà và Sơn La [6].

Trên cơ sở các kết quả nghiên cứu trước đây cho thấy:

- Các nhà khoa học Việt Nam đã nhận thức được sự cần thiết sử dụng tài liệu GPS trong nghiên cứu dịch chuyển vỏ Trái đất.

- Sự phân bố của các điểm GPS chủ yếu tập trung tại các khu vực riêng rẽ, phục vụ nhiệm vụ nghiên cứu chuyên sâu về chuyển động hiện đại vỏ Trái đất, chủ yếu là dịch chuyển dọc theo hai cánh của đứt gãy.

Nét nổi bật chung nhất là các điểm GPS được thiết lập trong thời gian qua tại Việt Nam chủ yếu là tạm thời và chỉ với mục đích riêng lẻ, phục vụ cho các nhiệm vụ cụ thể của một chuyên đề khoa học. Chưa có sự phân bố đồng đều trên toàn phạm vi lãnh thổ và cũng chưa có trạm GPS nào được xây dựng cố định với đa mục đích.

Mạng lưới GNSS liên tục (hệ thống các trạm CORS) cấp quốc gia được thiết lập với hệ thống điểm phân bố tại các vị trí đặc trưng trên toàn lãnh thổ là bước tiến nổi bật về quan trắc GPS đa mục đích. Mạng lưới quốc gia này, bước đầu, gồm 4 cụm trạm kiên cố tại Móng Cái, Đà Nẵng, Phú Quốc và Trường Sa. Chúng được xây dựng theo tiêu chuẩn của IGS, phục vụ đa mục đích: xây dựng hệ quy chiếu, nghiên cứu địa động, định vị dẫn đường…

Trong khuôn khổ bài báo này, các tác giả bước đầu khai thác tài liệu đo liên tục qua các thời kỳ 2010, 2011 và 2012 nhằm xác định vận tốc dịch chuyển tuyệt đối vỏ Trái đất (dịch chuyển ngang và thẳng đứng) tại Móng Cái, Đà Nẵng, Phú Quốc và Trường Sa.

II. SỐ LIỆU

Hệ thống trạm DGNSS/CORS được thiết lập phục vụ cho việc xây dựng Hệ quy chiếu và Hệ tọa độ quân sự gồm các trạm Móng Cái (MCRS), Đà Nẵng (DNRS), Phú Quốc (PQRS) và Trường Sa (TSRS) [1]. Các trạm này có 2 chức năng chính: 1/ chức năng CORS (đo thường trực để phục vụ cho các mục đích nghiên cứu địa động lực, đánh giá các chuyển dịch mảng, xây dựng khung quy chiếu động, công tác khảo sát đo đạc,...); 2/ chức năng DGNSS (phát số cải chính nâng cao độ chính xác định vị và dẫn đường cho các phương tiện di động) [1].

Với chức năng trạm CORS, máy thu hai tần số và anten chống phản xạ đảm bảo chất lượng số liệu cho các xử lý tương đối.

Với chức năng DGNSS, đây là các trạm đo liên tục, hoạt động đồng thời của máy đóng vai trò là trạm chủ (còn được gọi là trạm cơ sở hoặc trạm tham chiếu, đã biết tọa độ cùng với ma trận phương sai và hiệp phương sai); một hay nhiều máy thu đóng vai trò là trạm động (rover). Các máy thu số liệu đồng thời, các sai số phổ biến như là sai số đồng bộ của đồng hồ và sai số độ trễ của tầng khí quyển,… được xác định tại trạm chủ và được hiệu chỉnh vào thành quả tại trạm động thông qua kết nối trực tiếp máy chủ-máy động. DGNSS cung cấp tọa độ của trạm động liên quan đến trạm tham chiếu bởi các sai phân đã được hiệu chỉnh các sai số, vì vậy độ chính xác của tọa độ điểm động được cải thiện một cách cơ bản, đáp ứng được các nhiệm vụ định vị.

Số liệu dạng Rinex của các trạm Móng Cái, Đà Nẵng, Phú Quốc và Trường Sa đã được thu thập và kiểm tra. Máy thu được sử dụng là TRIMBLE NETR5 và anten TRM55971.00 với 6 loại trị đo mã, pha và Doppler trên hai tần số (L1 L2 C1 P2 D1 D2). Đây là các thông số cơ bản đảm bảo chất lượng số liệu để có thể xử lý tương đối. Tập hợp số liệu các ca đo 24/24 giờ đã được tác giả thu thập, lựa chọn cùng với các điểm IGS lân cận (điểm KUNM, NTUS, PIMO, WUHN) đưa vào xử lý đồng thời nhằm xác định tọa độ tại các thời điểm và từ đó xác định vận tốc điểm.

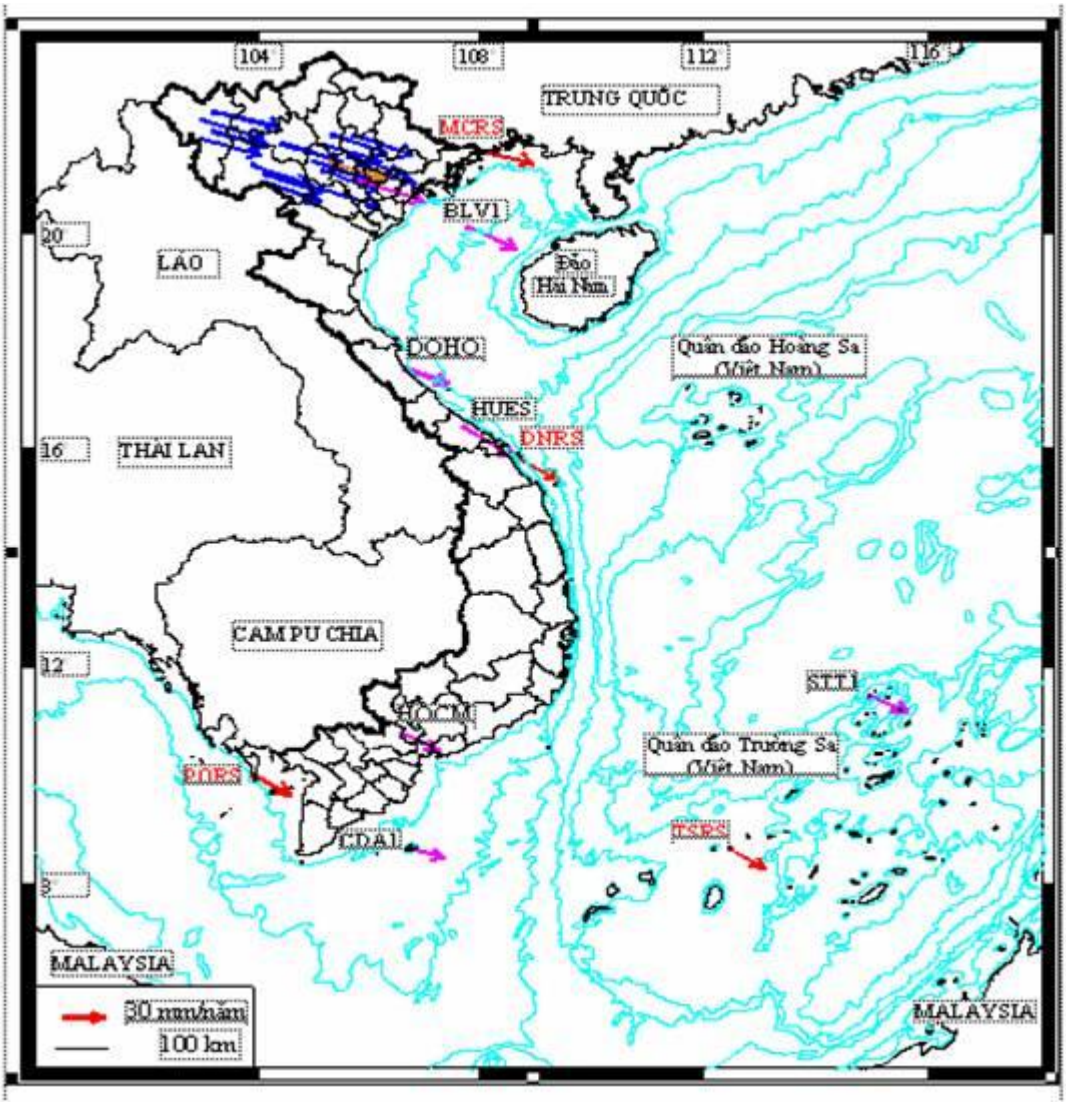
III. PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ

Bernese 5.0 là phần mềm ổn định, có khả năng cập nhật, sử dụng hàng loạt các số, dữ liệu hỗ trợ (lịch vệ tinh chính xác, tâm pha anten (máy thu, vệ tinh), chuyển động cực, địa triều, thủy triều, mô hình khí quyển,...) và xử lý các trị đo GPS với độ chính xác cao [7, 8, 9]. Phần mềm này đã được khảo sát ứng dụng trong thực tiễn ở nước ta, đáp ứng yêu cầu cho việc xử lý số liệu của các trạm DGNSS/CORS.

Để đạt độ chính xác và tin cậy cao, ngoài số liệu đo đã đề cập ở trên, cần khai thác và cập nhật các số liệu hỗ trợ quốc tế sau:

- *Số, dữ liệu của các điểm IGS*: Các điểm IGS lân cận nước ta được sử dụng như các điểm khống chế của hệ thống lưới có độ chính xác cao trên quy mô toàn cầu. Từ các điểm khống chế này ta có thể khai thác các tệp số liệu GNSS với tọa độ của các điểm được công bố trong ITRF, cùng các số liệu đo đạc để xác định tọa độ; thêm các dữ liệu về vận tốc để đánh giá vận tốc dịch chuyển của các điểm. Đây chính là vận tốc dịch chuyển tuyệt đối trong một hệ tọa độ thống nhất toàn cầu có gốc tọa độ ở tâm Trái đất.

- *Lịch vệ tinh chính xác (Precise Ephemeris)*: Số liệu được xử lý theo lịch vệ tinh quảng bá hoặc lịch vệ tinh chính xác. Lịch vệ tinh chính xác được xác định trên cơ sở: Mô hình chính xác cho tính chuyển các hệ quy chiếu; Mô hình chính xác biểu diễn các ảnh hưởng của các dị thường tới vệ tinh cũng như điểm đo; Toạ độ chính xác trong ITRF của điểm quan trắc vệ tinh; Phần mềm xử lý; Mô hình sai số độ trễ khí quyển hiệu quả; Mô hình áp lực bão mặt trời; Hệ thống các điểm quan trắc liên tục với quy mô toàn cầu, thu thập số liệu với chất lượng cao. Với các đặc điểm nêu trên, lịch vệ tinh chính xác đáp ứng được nhiệm vụ định vị trên không gian lớn có độ chính xác cao, và được khai thác để xử lý số liệu trong nghiên cứu này.



Hình 1. *Sơ đồ các véc tơ vận tốc dịch chuyển của các điểm DGNSS/CORS*

Bảng 1. **Tổng hợp số liệu xử lý**

STT	Ngày	Ngày của năm	Tên điểm							
			MCRS	DNRS	PQRS	TSRS	KUNM	NTUS	PIMO	WUHN
1	01/12/2010	335	x	x	x		x	x	x	x
2	02/12/2010	336	x	x	x		x	x	x	x
3	03/12/2010	337	x	x	x		x	x	x	x
4	04/12/2010	338	x	x	x		x	x	x	x
5	01/06/2011	152	x	x	x	x	x	x	x	x
6	02/06/2011	153	x	x	x	x	x	x	x	x
7	03/06/2011	154	x	x	x	x	x	x	x	x
8	04/06/2011	155	x	x	x	x	x	x	x	x
9	05/06/2011	156	x	x	x	x	x	x	x	x
10	01/03/2012	61	x		x	x	x	x	x	x
11	02/03/2012	62	x		x	x	x	x	x	x
12	03/03/2012	63	x		x	x	x	x	x	x
13	04/03/2012	64	x		x	x	x	x	x	x
14	05/03/2012	65	x		x	x	x	x	x	x

- *Các tham số quay của Trái đất*: Hệ trục tọa độ được định nghĩa theo vị trí trung bình của hướng trục quay Trái đất. Trong thực tế, chuyển động cực rất phức tạp, theo quỹ đạo hình sin có các chu kỳ ngắn và chu kỳ dài. Với yêu cầu độ chính xác cao của nghiên cứu dịch chuyển vỏ Trái đất, các ảnh hưởng này không thể bỏ qua. Vì vậy tổ chức ITRS (International Terrestrial Reference System) quan trắc và công bố các tham số quay của Trái đất hay vị trí của trục tại từng thời điểm nhằm hiệu chỉnh kết quả xử lý. Các tham số quay của Trái đất được khai thác từ Internet và cập nhật vào phần mềm xử lý.

- *Các tham số khí quyển*: Khí quyển về cơ bản được chia làm hai tầng: tầng đối lưu (troposphere) và tầng điện ly (ionosphere). Khi xử lý số liệu GNSS có độ chính xác cao cần phải quan tâm thích đáng tới việc mô hình hoá các tầng khí quyển hiệu chỉnh các độ trễ với độ chính xác nhất định nhằm nhận được các thành quả GNSS đảm bảo chất lượng. Để tiến hành xử lý, độ trễ khí quyển có thể xác định được từ số liệu GNSS hoặc khai thác mô hình khí quyển toàn cầu từ các tổ chức quốc tế. Tuỳ mục đích nghiên cứu để xác định các tham số đặc trưng cho tầng khí quyển.

- *Số liệu tải trọng triều đại dương (Ocean loading)*: Tải trọng triều đại dương có nguyên nhân từ biến đổi theo thời gian của sự phân bố vật chất của khối đại dương và liên quan đến chuyển động vỏ Trái đất. Thay đổi vị trí do ảnh hưởng của tải trọng triều đại dương có thể đạt đến 100 mm.

Tải trọng triều đại dương tương tự như địa triều, bị chi phối bởi nhật triều và bán nhật triều nhưng có kết quả từ trọng tải của thủy triều đại dương trên lớp vỏ Trái đất. Tại thời điểm định vị đơn mức độ chính xác là 5 cm, mức độ mm cho định vị tĩnh trên 24 giờ hoặc ở các trạm xa đại dương, mức độ cm đối với định vị điểm động hoặc định vị tĩnh dọc theo vùng ven biển trong khoảng thời gian quan sát nhỏ hơn 24 giờ, ảnh hưởng này được đưa vào tính toán [3].

Việc xử lý số liệu được thực hiện theo trình tự sau:

- *Lập lịch đo*: Lịch đo giúp người xử lý khai thác chính xác, đầy đủ lịch vệ tinh chính xác, các dữ liệu hỗ trợ, quản lý và theo dõi được quá trình xử lý (thông số lịch vệ tinh, ngày trong năm,...).

- *Lập Project, thiết lập các thư mục, cập nhật các tệp số liệu vào thư mục thích hợp*: Thu thập và tập hợp tệp số liệu và các tệp số liệu hỗ trợ phần mềm hoạt động. Cập nhật số liệu đo, lịch vệ tinh chính xác, các số liệu hỗ trợ, mô hình điện ly vào các thư mục thích hợp.

- *Xử lý theo từng bước theo trình đơn đến kết quả bình sai*: Quá trình xử lý bằng Bernese yêu cầu dạng đối thoại người-máy, phải tập trung cao, đảm bảo không sai sót các thông số đầu vào-ra.

- *Kiểm tra kết quả xử lý*: Phần mềm hoạt động theo nguyên tắc chỉ có thể đi tiếp khi bước trước đã hoàn thành. Tuy vậy vai trò của người sử dụng là kiểm tra kết quả xử lý có thể chấp nhận, đi tiếp hay phải xử lý lại. Việc kiểm tra nên thực hiện ngay sau từng công đoạn.

Bảng 2. **Tọa độ của các điểm DGPS/CORS**

STT	Điểm	Kinh độ	Vĩ độ
1	MCRS	107,970	21,526
2	DNRS	108,207	16,040
3	PQRS	104,018	10,038
4	TSRS	111,919	8,646

Bảng 3. **Vận tốc chuyển dịch tuyệt đối của các điểm DGPS/CORS**

STT	Điểm	V_E	Sai số	V_N	Sai số	V_U	Sai số	V	Phương vị
1	MCRS	31,0	0,4	-7,8	0,3	45,0	3,4	31,8	104,1
2	DNRS	35,0	0,9	-20,5	0,8	-1,8	1,4	40,3	120,4

3	PQRS	21,4	0,4	-12,1	0,3	11,8	1,4	24,4	119,5
4	TSRS	20,4	0,7	-13,5	0,6	-5,9	2,5	24,3	123,5

Bảng 4. **Tổng hợp vận tốc chuyển dịch tuyệt đối của các điểm theo [5], [6] và [9]**

STT	Điểm	V (mm/năm)	Phương vị (độ)	Ghi chú	Stt	Điểm	V (mm/năm)	Phương vị (độ)	Ghi chú
1	XUY0	37,2	109,7	[6]	15	LEM1	36,5	107,7	[6]
2	OAN0	35,6	109,6	[6]	16	MON1	35,1	112,5	[6]
3	DOI0	35,7	109,5	[6]	17	NOI1	35,1	110,1	[6]
4	SOC1	35,0	109,9	[6]	18	LOT1	36,2	112,1	[6]
5	TAM2	34,6	110,6	[6]	19	QTA2	36,1	110,2	[6]
6	NTH0	35,5	110,1	[6]	20	NAD2	34,6	110,5	[6]
7	SON1	35,0	110,3	[6]	21	HUN1	36,2	110,4	[9]
8	LAP1	35,2	110,8	[6]	22	BLV1	31,1	118,2	[5]
9	BAV1	34,0	109,1	[6]	23	LANG	40,0	108,2	[5]
10	HOA1	35,7	108,4	[6]	24	DOHO	26,2	110,3	[5]
11	NAM0	37,1	108,9	[6]	25	HUES	35,7	123,7	[5]
12	NGA1	40,3	103,9	[6]	26	STT1	23,9	115,5	[5]
13	HAM1	34,5	107,7	[6]	27	CDA1	21,7	109,9	[5]
14	DON1	37,2	109,0	[6]	28	HOCM	24,6	117,9	[5]

Ghi chú: *V_N là tốc độ dịch chuyển về phía Bắc; V_E là tốc độ dịch chuyển về phía Đông; V_U là tốc độ dịch chuyển theo chiều thẳng đứng; V là tốc độ dịch chuyển của điểm.*

IV. KẾT QUẢ

Sử dụng số liệu thu thập được tại các điểm đo đạc liên tục Móng Cái, Đà Nẵng, Phú Quốc và Trường Sa qua ba thời kỳ: năm 2010, 2011 và 2012. Trên cơ sở phân tích số liệu như đã trình bày tại mục II, chúng tôi đã xác định được phương dịch chuyển, vận tốc dịch chuyển ngang và thẳng đứng vỏ Trái đất tại các điểm DGNSS/CORS, trình bày ở Bảng 2 và Bảng 3 và cho thấy:

- Vỏ Trái đất tại Móng Cái có phương dịch chuyển đông - đông nam với vận tốc 31,8 mm/năm. Vận tốc dịch chuyển thẳng đứng là 45 mm/năm.

- Phương dịch chuyển của vỏ Trái đất tại Đà Nẵng là đông - đông nam và với vận tốc đạt 40,3 mm/năm. Giá trị vận tốc dịch chuyển thẳng đứng là -1,8 mm/năm.

- Phương dịch chuyển của vỏ Trái đất tại Phú Quốc là đông - đông nam và vận tốc dịch chuyển ngang và thẳng đứng tương ứng là 24,4 mm/năm và 11,8 mm/năm.

- Tại Trường Sa, phương dịch chuyển vỏ Trái đất cũng tương đồng với các điểm trên đất liền, đông - đông nam, và vận tốc dịch chuyển ngang và thẳng đứng tương ứng là 24,3 mm/năm và -5,9 mm/năm.

Đối sánh kết quả nghiên cứu của tác giả trong bài báo này và các nghiên cứu trước đây [5, 6, 9] (Bảng 4) cho thấy sự tương đồng về phương dịch chuyển và giá trị tuyệt đối của vận tốc dịch chuyển ngang. Chúng tôi cũng đã xác định được vận tốc dịch chuyển thẳng đứng vỏ Trái đất tại các điểm nghiên cứu với sai số nhỏ. Tuy đây mới chỉ là những kết quả bước đầu, cần được kiểm chứng song có ý nghĩa khoa học trong nghiên cứu địa động lực hiện đại lãnh thổ Việt Nam.

V. KẾT LUẬN

Từ các kết quả nghiên cứu của chúng tôi, có thể đưa ra một số nhận định bước đầu như sau:

- Hiện tại vỏ Trái đất lãnh thổ Việt Nam có biểu hiện dịch chuyển rõ nét theo phương đông - đông nam, với vận tốc biến động trong giới hạn 31-41 mm/năm.

- Có sự dịch chuyển vỏ Trái đất không đồng đều giữa các vùng miền trên lãnh thổ Việt Nam: tại khu vực Miền Trung đạt giá trị lớn nhất, cỡ 40,6 mm/năm tại trạm Đà Nẵng; tại Móng Cái là 31,8 mm/năm; tại Phú Quốc là 24,4 mm/năm và tại quần đảo Trường Sa là 24,3 mm/năm.

- Có biểu hiện vận động nâng không đồng đều vỏ Trái đất lãnh thổ Việt Nam. Giá trị vận tốc nâng tuyệt đối vỏ Trái đất tại Móng Cái lớn nhất, đạt 45,0 mm/năm, tại Phú Quốc là 11,8 mm/năm. Xu thế sụt lún vỏ Trái đất lớn nhất tại Trường Sa, đạt -5,9 mm/năm, tại Đà Nẵng là -1,8 mm/năm.

Các giá trị về phương dịch chuyển và giá trị vận tốc dịch chuyển ngang theo kết quả tính toán của chúng tôi trong bài báo này là khá phù hợp với các kết quả nghiên cứu trước đó. Về vận tốc dịch chuyển thẳng đứng vỏ Trái đất thì đây là những kết quả đầu tiên, có thể cần được kiểm chứng trong các nghiên cứu tiếp theo.

VĂN LIỆU

1. Bộ Tổng Tham Mưu - Cục Bản Đồ, 2008. Hệ quy chiếu và Hệ tọa độ quân sự. Hệ thống và giải pháp công nghệ. *Hội thảo khoa học*.

2. Duong Chi Cong, Tran Dinh To, 2007. Estimation of ITRF 2000 velocity field across the Lai Chau-Dien Bien fault in Northwest of Vietnam, 2002-2004 *International Symposium on Surveying and Mapping for Sustainable Development. Hanoi, Vietnam, 27-28 March, 2007.*

3. Gérard Petit and Brian Luzum, 2010. IERS Conventions (2010). *International Earth Rotation and Reference Systems Service (IERS).*

4. Lê Huy Minh, Kurt Feigl, Frédéric Masson, Dương Chí Công, Alain Bourdillon, Patrick Lasudrie Duchesne, Nguyễn Chiến Thắng, Nguyễn Hà Thành, Trần Ngọc Nam, Hoàng Thái Lan, 2010. Dịch chuyển vỏ Trái đất theo số liệu đo GPS liên tục tại Việt Nam và khu vực Đông Nam Á. *TC Các KH về TĐ, 3: 249-260. Hà Nội.*

5. Phan Trọng Trịnh, Ngô Văn Liêm, Trần Đình Tô, Vy Quốc Hải, Nguyễn Văn Hướng, Hoàng Quang Vinh, Bùi Văn Thơm, Nguyễn Quang Xuyên, Nguyễn Viết Thuận, Bùi Thị Thảo, 2011. Tốc độ chuyển động kiến tạo hiện đại trên Biển Đông và khu cực lân cận theo chu kỳ đo GPS 2009-2010. *TC KH & CN Biển, 1:15-30*.

6. Tran Dinh To, Nguyen Trong Yem, Duong Chi Cong, Vy Quoc Hai, Zuchiewicz Witold, Cuong Nguyen Quoc, Nghia Nguyen Viet, 2012. Recent crustal movements of northern Vietnam from GPS data. *Journal of Geodynamics in Press.*

7. Teferle F.N., Orliac E.J., and Bingley R.M., 2007. An assessment of Bernese GPS software precise point positioning using IGS final products for global site velocities.*GPS Solutions, Vol. 11, pp. 205-213.*

8. Supriya Likhar, Madhav N., Kulkarni V.S., Tomar, Praveen Pillai, 2002. A comparative study of results from GPS data processing software. *Trends* in *GPS data processings, Bombay, MUMBAI, India.*

9. Vy Quốc Hải, 2009. Xác định dịch chuyển tuyệt đối khu vực lưới GPS Tam Đảo-Ba Vì. *TC Địa chất, A/311:22-30. Hà Nội.*